PROTOCOLO TÉCNICO PARA MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE PRESIÓN, NIVEL, TEMPERATURA Y VÀLVULAS TIPO MARIPOSA Y GLOBO CON MARCA ESPECÍFICA, EN EL INGENIO RISARALDA

Trabajo de Grado Presentado Por

Oscar Marino Quintero Arango

Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación
Programa de Ingeniería Electrónica
Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Abril 2011

PROTOCOLO TÉCNICO PARA MANTENIMIENTO DE TRANSMISORES DE PRESIÓN, NIVEL, TEMPERATURA Y VÀLVULAS TIPO MARIPOSA Y GLOBO CON MARCA ESPECÍFICA, EN EL INGENIO RISARALDA

OSCAR MARINO QUINTERO ARANGO

Como requerimiento parcial para optar al título de
Ingeniero Electrónico

Director
Ingeniero Edwin Andrés Quintero Salazar

Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación
Programa de Ingeniería Electrónica
Universidad Tecnológica de Pereira - UTP
Abril 2011

Nota de aceptación: _____

_____
Jurado 1

_____
Jurado 2

Fecha: _____

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis es el fruto de mi práctica en el Ingenio Risaralda. No hubiera sido posible sin la ayuda de mis familiares, amigos, compañeros y profesores. Por ello, quiero darle las gracias:

A Dios por permitirnos tener vida y dedicación para la ejecución del trabajo.

A mi familia, por estar siempre a mi lado, brindándome su cariño, su apoyo y su comprensión.

A Edwin Andrés Quintero Salazar director de Tesis, quien fue el que me ánimo a comenzar este trabajo y quien ha hecho posible con su interés y su paciencia que esta tesis saliera adelante.

Al jefe del Departamento Eléctrico Eladio Enrique Castro, a Juan de Dios Ríos y a todos los instrumentistas del Ingenio Risaralda, quienes me colaboraron en el desarrollo del proyecto.

A los docentes del programa de Ingeniería Electrónica por su valioso tiempo y esfuerzo dedicado a nuestra formación.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS 10
ÍNDICE DE TABLAS 18
RESUMEN 19
INTRODUCCIÓN 20
1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA 21
1.1 JUSTIFICACIÓN 22
2 OBJETIVOS 23
3 MARCO DE ANTECEDENTES 24
4 MARCO TEÓRICO 26
4.1 Transmisores electrónicos 26
4.2 Detector de posición de inductancia 27
4.3 Transformador diferencial 27
4.4 Transmisores digitales 28
5 TRANSMISOR DE PRESIÓN MANOMÉTRICA Y ABSOLUTA 34
5.1 Alcance y campo de aplicación 34
5.2 Consideraciones de montaje 34
5.2.1 Medida en líquidos 34
5.2.2 Medición en vapores 35
5.2.3 Medición en gases 35
5.3 Herramientas 36
5.4 Desmontaje 36
5.5 Transporte 37
5.6 Mantenimiento General 37
5.7 Limpieza General 37
5.8 Calibración 37
5.9 Procedimiento de Calibración 39
5.10 Configuración y Ajuste con el Hand Held 39
5.11 Montaje 40
5.12 Verificación 41

5.13 Procedimiento de Calibración 43
5.14 Configuración y Ajuste con el Hand Held....43
5.15 Verificación 44
6 TRANSMISOR DE NIVEL CON PRESIÓN DIFERENCIAL FOXBORO TANQUE ABIERTO 46
6.1 Alcance y campo de aplicación....46
6.2 Consideración de montaje 46
6.2.1 Montaje en tubería o superficial 46
6.3 Casos de aplicación para sellos separadores....49
6.4 Nivel de llenado 49
6.5 Herramientas 50
6.6 Desmontaje....51
6.7 Transporte 51
6.8 Mantenimiento General....52
6.9 Limpieza general 52
6.10 Configuración 52
6.11 Calibración....52
6.12 Ajuste....54
6.13 Montaje....55
6.14 Verificación....55
7 ESTANDARIZACIÓN MANTENIMIENTO TRANSMISOR DE NIVEL CON D/P DOBLE SELLO REMOTO 57
7.1 Alcance y campo de aplicación....57
7.2 Consideraciones de montaje transmisor de presión diferencial con sello 57
7.3 Casos de aplicación para sellos separadores....57
7.4 Configuración 59
7.5 Herramientas 60
7.6 Desmontaje....60
7.7 Transporte 61
7.8 Limpieza general 61
7.9 Mantenimiento General....61
7.10 Calibración....61
7.11 Procedimiento de Calibración 63

7.12 Configuración y Ajuste utilizando el Hand Held 64
7.13 Montaje.....64
7.14 Verificación.....65
8 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE NIVEL con pierna húmeda “presión diferencial” 66
8.1 Alcance y Campo de Aplicación 66
8.2 Consideraciones de Montaje 66
8.3 Casos de Aplicación para Sellos Separadores 67
8.4 Montaje pierna húmeda 68
8.5 Manejo Display local.....69
8.6 Herramientas 70
8.7 Desmontaje.....70
8.8 Limpieza general 71
8.9 Calibración.....71
8.10 Ajuste.....73
8.11 Montaje.....74
8.12 Verificación 74
9 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE NIVEL RADAR ONDA GUIADA 76
9.1 Alcance y Campo de Aplicación 76
9.2 Transmisor de nivel 76
9.3 Consideraciones del montaje.....76
9.3.1 Montaje en tanques no metálicos 78
9.3.2 Montaje en tubería/by-pass 79
9.4 Instalación mecánica 80
9.5 Conexión Eléctrica.....81
9.6 Herramientas 81
9.7 Desmontaje.....81
9.8 Transporte 82
9.9 Limpieza general 83
9.10 Montaje.....83
9.11 Configuración del puerto serial 83
9.12 Configuración usando Radar Configuration Tools 86
9.13 Simulación 90

9.14 Ajuste usando el Hart 375....92
9.15 Verificación....92
10 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE NIVEL RADAR 5400....94
10.1 Alcance y Campo de Aplicación....94
10.2 Transmisor de Nivel Radar....94
10.3 Consideraciones para el Montaje....94
10.3.1 Montaje recomendado....95
10.3.2 Montaje mecánico....97
10.3.3 Montaje en tubería....98
10.3.4 Montaje en tubería “bypass”....99
10.4 Conexión del transmisor....101
10.5 Herramientas....101
10.6 Desmontaje....102
10.7 Transporte....102
10.8 Montaje....102
10.9 Limpieza general....103
10.10 Configuración Usando Rosemount Radar Master....103
10.11 Verificación....107
11 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE TEMPERATURA ROSEMOUNT 248....109
11.1 Alcance y Campo de Aplicación....109
11.2 Consideraciones de montaje....109
11.2.1 Instalación típica para Europa y Asia del Pacífico....109
11.2.2 Instalación típica para América del Norte y del Sur....109
11.2.2.1 Montaje en un carril DIN....110
11.2.2.2 Transmisor de montaje en carril con sensor de montaje remoto....110
11.2.2.3 Transmisor de montaje en carril con sensor roscado....111
11.3 Conexión del cableado....111
11.4 Herramientas....114
11.5 Desmontaje....114
11.6 Transporte....115
11.7 Mantenimiento General....115
11.8 Limpieza en General....115

11.9 Calibración 115
11.10 Ajuste 118
11.11 Montaje 121
11.12 Verificación 121
12 ESTANDARIZACIÓN MANTENIMIENTO TRANSMISOR DE TEMPERATURA SIEMENS 123
12.1 Alcance y Campo de Aplicación 123
12.2 Consideraciones de montajes 123
12.2.1 Montaje sobre perfil DIN simétrico y riel en G 124
12.3 Conexión eléctrica 125
12.4 Herramientas 126
12.5 Desmontaje 126
12.6 Transporte 126
12.7 Mantenimiento General 127
12.8 Limpieza General 127
12.9 Calibración 127
12.10 Ajuste 129
12.11 Montaje 132
12.12 Verificación 132
13 ESTANDARIZACIÓN VÁLVULA MARIPOSA MASONEILAN 135
13.1 Alcance y Campo de Aplicación 135
13.2 Consideraciones de montaje Válvula Mariposa 135
13.3 Instalación 135
13.4 Herramientas 136
13.5 Desmontaje 136
13.6 Transporte 137
13.7 Mantenimiento 137
13.8 Mantenimiento del posicionador Neumático de la válvula 147
13.9 Mantenimiento regulador de la válvula 149
13.10 Calibración del regulador 151
13.11 Calibración de la válvula 151
13.12 Ajuste de la válvula 152
13.13 Montaje 154

13.14 Verificación 154
14 ESTANDARIZACIÓN VÁLVULA GLOBO SAMSON 158
14.1 Alcance y Campo de Aplicación 158
14.2 Instalación 158
14.3 Herramientas 159
14.4 Desmontaje 159
14.5 Transporte 159
14.6 Mantenimiento 160
14.7 Mantenimiento del regulador 163
14.8 Mantenimiento del posicionador 164
14.9 Calibración del regulador 168
14.10 Calibración de la válvula 169
14.11 Ajuste de la válvula 170
14.12 Montaje 172
14.13 Verificación 172
15 ESTANDARIZACION MANTENIMIENTO POSICIONADOR SMAR FY-400 ELECTRONEUMÁTICO DIGITAL 175
15.1 Alcance y Campo de Aplicación 175
15.2 Consideraciones de montaje 175
15.2.1 Montaje del soporte para válvulas lineales 175
15.2.2 Montaje del sujetador tipo columna 180
15.2.3 Montaje del soporte para válvulas rotativas 181
15.3 Herramientas 185
15.4 Mantenimiento 185
15.5 Calibración 193
15.6 Árbol de Programación Local 196
15.7 Verificación 199
16 CONCLUSIONES 201
17 BIBLIOGRAFÍA 202

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Detector de posición de inductancia. 26
Figura 2. Transformador diferencial. 27
Figura 3. Sensor Capacitivo. 28
Figura 4. Puente de Wheastone en silicio difundido. 29
Figura 5. Amplificador de Instrumentación. 30
Figura 6. Amplificador de Instrumentación Integrado. 30
Figura 7. Convertidor de Voltaje a Corriente. 31
Figura 8. Válvula de Control 31
Figura 9. Medida en Líquidos. 34
Figura 10. Medida en Vapores 1 35
Figura 11. Medidas en Vapores 2. 35
Figura 12. Medidas en Gases. 35
Figura 13. Montaje para realizar la Calibración. 38
Figura 14. Display del Transmisor. 38
Figura 15. Conexión usando Hand Held. 39
Figura 16. Diagrama funcional del Hand Held. 40
Figura 17. Curva de Calibración Transmisor de presión manométrica. 41
Figura 18. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste. 42
Figura 19. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste. 42
Figura 20. Curva Ideal de Calibración. 44
Figura 21. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste. 45
Figura 22. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste. 45
Figura 23. Montajes del Transmisor. 46
Figura 24. Montaje Estándar. 47
Figura 25. Montaje Bracket kit. 47
Figura 26. Montaje en Herraje. 48
Figura 27. Montaje en tubería horizontal. 48
Figura 28. Montaje en tubería. 48
Figura 29. Montaje de nivel. 49
Figura 30. Transmisor conectado a tanque abierto. 50
Figura 31. Conexión usando Hand Held. 52
Figura 32. Montaje típico de Calibración. 53
Figura 33. Diagrama funcional del Hand Held. 54
Figura 34. Curva Ideal de Calibración. 55
Figura 35. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste. 56
Figura 36. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste. 56
Figura 37. Montaje con sellos separadores modelos PSFLT y PSFPS. 58
Figura 38. Montaje con sellos separadores modelos PSSST y PSSCT. 58
Figura 39. Montaje con sellos separadores modelos PSFAR. 58
Figura 40. Montaje con sellos separadores PSTAR. 58
Figura 41. Montaje con sellos separadores modelo PSISR. 59
Figura 42. Montaje nivel con doble sello remoto. 59
Figura 43. Transmisor de presión diferencial. 62

Figura 44. Montaje para realizar Calibración. 62
Figura 45. Transmisor por presión diferencial.....63
Figura 46. Diagrama funcional del Hand Held. 64
Figura 47. Curva Ideal de Calibración.....65
Figura 48. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste. 65
Figura 49. Montaje con Válvula Manifold. 66
Figura 50. Manifold BM-M4T.....66
Figura 51. Manifold Z-SHAPED y UB BRACKET.....67
Figura 52. Montaje del transmisor "Coplanar Manifold". 67
Figura 53. Montaje del transmisor con sellos.....68
Figura 54. Montaje pierna húmeda. 68
Figura 55. Display del transmisor.....69
Figura 56. Menú principal. 70
Figura 57. Montaje para Calibración. 72
Figura 58. Conexión eléctrica del transmisor.....72
Figura 59. Diagrama funcional del Hand Held. 73
Figura 60. Curva Ideal de Calibración.....74
Figura 61. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste. 75
Figura 62. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste. 75
Figura 63. Transmisor de nivel Radar onda guiada. 76
Figura 64. Montaje conexión Roscada.....77
Figura 65. Montaje en boquillas.....77
Figura 66. Montaje en tanques no metálicos. 78
Figura 67. Distancias para montaje en tubería. 79
Figura 68. Montaje en tubería sonda flexible. 79
Figura 69. Montaje en tubería sonda coaxial. 80
Figura 70. Instalación Mecánica. 80
Figura 71. Instalación Eléctrica. 81
Figura 72. Protección.....81
Figura 73. Montaje en tubería/Bypass. 82
Figura 74. Paso 1 para configuración de puertos. 83
Figura 75. Paso 2 para configuración de puertos. 84
Figura 76. Paso 3 para configuración de puertos. 84
Figura 77. Paso 4 para configuración de puertos. 84
Figura 78. Paso 5 para configuración de puertos. 85
Figura 79. Paso 6 para configuración de puertos. 85
Figura 80. Paso 7 para configuración de puertos. 86
Figura 81. Conexión transmisor PC.....86
Figura 82. Entorno principal.....86
Figura 83. Recepción de la información.....87
Figura 84. Variables del transmisor. 87
Figura 85. Nivel en línea.....88
Figura 86. Configuración de longitudes. 88
Figura 87. Configuración del Volumen.....89
Figura 88. Configuración de la pantalla LCD. 89

Figura 89. Toma de la señal. 90
Figura 90. Diagnostico de errores.....90
Figura 91. Montaje conexión transmisor Hart 375. 90
Figura 92. Ajuste con Hart 375. 92
Figura 93. Curva Ideal de Calibración.....93
Figura 94. Curva Ideal de Calibración Vs Curva de Calibración. 93
Figura 95. Montaje transmisor de nivel radar Rosemount serie 4500.....94
Figura 96. Montaje Recomendado.....95
Figura 97. Montaje.....95
Figura 98. Montaje recomendado. 96
Figura 99. Ancho del haz. 96
Figura 100. Montaje mecánico.....97
Figura 101. Montaje en tubería interna. 98
Figura 103. Montaje en tubería.....99
Figura 104. Dimensiones recomendadas. 99
Figura 105. Montaje con extensión de la antena. 100
Figura 106. Extensión de la antena.. 100
Figura 107. Conexión eléctrica. 101
Figura 108. Conexión eléctrica entre el transmisor y el PC. 103
Figura 109. Entorno principal Rosemount Radar Master. 104
Figura 110. Entorno segundario.....104
Figura 111. Configuración del tanque. 105
Figura 112. Esquema.....105
Figura 113. Modo de simulación. 106
Figura 114. Diagnostico de errores. 107
Figura 115. Curva Ideal de Calibración Transmisor de nivel. 108
Figura 116. Curva de Calibración. 108
Figura 117. Instalación típica en Europa y Asia del pacifico. 109
Figura 118. Instalación típica en América del Norte y del Sur. 110
Figura 119. Montaje en un carril DIN. 110
Figura 120. Transmisor de montaje en carril con sensor de montaje remoto. 111
Figura 121. Transmisor de montaje en carril con sensor roscado. 111
Figura 122. Transmisor de temperatura.....112
Figura 123. Conexión del sensor. 112
Figura 124. Alojamiento con conexión a tierra. 113
Figura 125. Alojamiento sin conexión a tierra. 113
Figura 126. Alojamiento con o sin conexión a tierra. 114
Figura 127. Conexión a tierra.....114
Figura 128. Montaje para calibración de transmisores de temperatura. 116
Figura 129. Conexión eléctrica para la Calibración.....116
Figura 130. Menú del Hart 275. 118
Figura 131. Conexión del Hart 275. 119
Figura 132. Hart 275. 119
Figura 133. Hart 275 en línea. 119
Figura 134. Variables del proceso. 120

Figura 135. Ajuste con Hart 275. 120
Figura 136. Curva Ideal de Calibración del transmisor de temperatura. 121
Figura 137. Curva ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste.....122
Figura 138. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste. 122
Figura 139. Fijación del transmisor en la tapa del cabezal de conexión. 123
Figura 140. Fijación del transmisor en el fondo del cabezal de conexión. 123
Figura 141. Fijación del transmisor al perfil DIN simétrico. 124
Figura 142. Fijación del transmisor al rial en G.....124
Figura 143. Medidas del perfil DIN simétrico. 124
Figura 144. Transmisor de temperatura.....125
Figura 145. A 2 hilos……....127
Figura 146. A 3 hilos……....127
Figura 147. A 4 hilos. 125
Figura 148. A 2 hilos……....127
Figura 149. A 3 hilos……..…127
Figura 150. A 4 hilos. 125
Figura 151. Valor fijo……....128
Figura 152. Pt100 2 hilos……128
Figura 153. Pt 100 3 hilos. 126
Figura 154. Montaje para calibración de transmisores de temperatura. 127
Figura 155. Conexiones eléctricas para la Calibración. 128
Figura 156. Montaje para realizar el ajuste. 129
Figura 157. Manejo de software.....129
Figura 158. Entorno principal del software.....130
Figura 159. Recepción de la información.....130
Figura 160. Configuración del transmisor. 130
Figura 161. Entorno SIPROM TK-L. 131
Figura 162. Transmisión completa.....131
Figura 163. Ajuste del sensor. 131
Figura 164. Envio de configuración.....131
Figura 165. Salida del software SIPROM TK-L.....132
Figura 166. Curva Ideal de Calibración.....133
Figura 167. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste. 133
Figura 168. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste. 134
Figura 169. Montaje Estándar Válvulas Automáticas.....135
Figura 170. Orientaciones del Actuador.....136
Figura 171. Válvula Mariposa Masoneilan. 137
Figura 172. Tapa del posicionador de la válvula.....137
Figura 173. Desmontaje del posicionador.....138
Figura 174. Desmontaje de la leva del posicionador. 138
Figura 175. Acople del posicionador.....138
Figura 176. Paso 1 para desmontaje del cuerpo de la válvula. 139
Figura 177. Paso 2 para desmontaje del cuerpo de la válvula. 139
Figura 178. Paso 3 para desmontaje del cuerpo de la válvula. 140
Figura 179. Posiciones de los tornillos en el actuador. 140

Figura 180. Revisión interna. 140
Figura 181. Revisión Diafragma. 141
Figura 182. Revisión plato superior. 141
Figura 183. Revisión partes internas del actuador. 141
Figura 184. Actuador sin mtto 144
Figura 185. Actuador con mtto. 142
Figura 186. Cuerpo sin mtto 144
Figura 187. Cuerpo con mtto. 142
Figura 188. Desmontaje del prensaestopa. 143
Figura 189. Empaque cuadrado teflonado. 143
Figura 190. Cambio del los empaques teflonados. 143
Figura 191. Cambio de los empaques. 143
Figura 192. Mantenimiento del Cuadrante 146
Figura 193. Chavetas. 144
Figura 194. Cuadrante sin mtto 146
Figura 195. Cuadrante con mtto 144
Figura 196. Cuadrante "vástago". 144
Figura 197. Cuadrante. 144
Figura 198. Perforación del diafragma 147
Figura 199. Ensamblaje parte superior. 145
Figura 200. Ensamblaje parte inferior. 145
Figura 201. Rodamiento parte exterior. 147
Figura 202. Rodamiento parte interior. 145
Figura 203. Interior Actuador "Engrasado" 148
Figura 204. Ensamblaje cabezal. 146
Figura 205. Ensamblaje del cuadrante 149
Figura 206. Ensamblaje cabezal. 146
Figura 207. Ensamblaje del cuerpo de la válvula. 147
Figura 208. Posicionador de la válvula 149
Figura 209. Mantenimiento del posicionador. 147
Figura 210. Mantenimiento posicionador. 148
Figura 211. Limpieza del diafragma 150
Figura 212. Cambia vías del posicionador. 148
Figura 213. Ensamblaje del posicionador. 149
Figura 214. Posición de la leva de acuerdo a la abertura deseada. 149
Figura 215. Revisión interna del regulador. 150
Figura 216. Parte superior del regulador. 150
Figura 217. Parte interior del regulador. 150
Figura 218. Desensamblaje parte inferior. 150
Figura 219. Montaje para Calibración del regulador. 151
Figura 220. Montaje para Calibración de la válvula. 151
Figura 221. Calibración válvula. 152
Figura 222. Calibración válvula ajuste de cero. 153
Figura 223. Calibración válvula ajuste de Span. 153
Figura 224. Curva Ideal de Calibración. 155

Figura 225. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste. 155
Figura 226. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste. 156
Figura 227. Montaje para pruebas hidrostáticas.....156
Figura 228. Clases de fugas para válvulas de control. 157
Figura 229. Montaje Estándar Válvulas Automáticas.....158
Figura 230. Válvula que requiere mantenimiento.....160
Figura 231. Posicionador.....162
Figura 232. Parte trasera del posicionador. 160
Figura 233. Interior del posicionador.....160
Figura 234. Regulador de la válvula. 161
Figura 235. Cuerpo de la válvula. 161
Figura 236. Conector en vástago.....161
Figura 237. Válvula sin Cuerpo.....161
Figura 238. Conector. 162
Figura 239. Tornillos que sujetan el conector. 162
Figura 240. Actuador de la válvula.....162
Figura 241. Parte superior válvula……164
Figura 242. Prisioneros.....162
Figura 243. Manila de la válvula. 163
Figura 244. Regulador. 163
Figura 245. Interior del regulador parte superior.....163
Figura 246. Interior del regulador.....163
Figura 247. Interior del regulador parte inferior……..166
Figura 248. Regulador limpio.....164
Figura 249. Posicionador de la válvula. 164
Figura 250. Posicionador y partes. 164
Figura 251. Parte interna del posicionador. 165
Figura 252. I/P del posicionador……167
Figura 253. Parte inter del I/P. 165
Figura 254. Pivote del I/P.....165
Figura 255. Restricción del I/P.....165
Figura 256. Paso 1 desensamblaje……..…..168
Figura 257. Paso 2 desensamblaje.....166
Figura 258. Parte interna. 166
Figura 259. Revisión interna. 166
Figura 260. Tornillo sujetador……168
Figura 261. Tapa superior.....168
Figura 262. Diafragma. 166
Figura 263. Posicionador internamente. 167
Figura 264. Parte exterior del posicionador……169
Figura 265. Se limpian los empaques.....167
Figura 266. Entrada de aire……..…169
Figura 267. Filtros de entrada.....167
Figura 268. Entrada de aire vista desde la parte superior. 168
Figura 269. Alineación del vástago de la válvula. 168

Figura 270. Montaje para Calibrar el regulador de aire.....168
Figura 271. Montaje para calibración de la válvula.....169
Figura 272. Montaje para Calibración y ajuste de la válvula.....170
Figura 273. Montaje para pruebas hidrostáticas.....171
Figura 274. Clases de Fuga para válvulas de control.....171
Figura 275. Curva Ideal de Calibración válvula Samson. 173
Figura 276. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste. 173
Figura 277. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste. 174
Figura 278. Posicionador e imán lineal……177
Figura 279. Posicionador e imán Rotativo. 175
Figura 280. Soporte del imán.....175
Figura 281. Válvula "vástago".....176
Figura 282. Paso 1del montaje. 176
Figura 283. Paso 2 del montaje. 176
Figura 284. Paso 3 del montaje. 177
Figura 285. Soporte del posicionador. 177
Figura 286. Montaje del soporte del posicionador. 177
Figura 287. Placa sujetadora del posicionador. 178
Figura 288. Válvula con soporte del posicionador. 178
Figura 289. Soporte del posicionador visto lateralmente. 178
Figura 290. Montaje del posicionador paso1. 179
Figura 291. Montaje del posicionador paso2. 179
Figura 292. Montaje del posicionador paso3. 179
Figura 293. Montaje final del posicionador. 180
Figura 294. Sujetador tipo columna. 180
Figura 295. Montaje del sujetador tipo columna. 180
Figura 296. Soporte para válvulas rotativas.....181
Figura 297. Montaje de soportes para válvulas rotativas.....181
Figura 298. Montaje de soportes para válvulas rotativas paso1. 181
Figura 299. Montaje de soportes para válvulas rotativas paso2. 182
Figura 300. Montaje del imán con adaptador NAMUR.....182
Figura 301. Montaje del encaje del posicionador.....182
Figura 302. Uso del Centralizador. 183
Figura 303. Montaje y ajuste del soporte.....183
Figura 304. Ajuste con el centralizador.....183
Figura 305. Montaje del soporte parte inferior. 183
Figura 306. Fijación soporte. 184
Figura 307. Montaje del posicionador.....184
Figura 308. Montaje del posicionador “vista inferior”. 184
Figura 309. Fijación del imán.....185
Figura 310. Posicionador que requiere mantenimiento.....185
Figura 311. Posicionador visto lateralmente. 185
Figura 312. Posicionador visto frontalmente.....186
Figura 313. Cabezal del posicionador.....186
Figura 314. Cabezal del posicionador visto frontalmente. 186

Figura 315. Display del posicionador……....188
Figura 316. Tarjeta principal. 186
Figura 317. Interior del cabezal.....187
Figura 318. Interior del cabezal sin placa principal. 187
Figura 319. Cabezal "Carcasa".....187
Figura 320. Parte inferior del posicionador. 188
Figura 321. Cuerpo del posicionador Smar. 188
Figura 322. Placa segundaria. 188
Figura 323. Desconexión de tarjeta segundaria.....189
Figura 324. Exposición del diafragma.....189
Figura 325. Carrete del posicionador.....189
Figura 326. Cuerpo que soporta el carrete. 190
Figura 327. Restricción……...192
Figura 328. Limpieza de la tarjeta electrónica.....190
Figura 329. Parte Inferior del posicionador. 190
Figura 330. Posicionador totalmente desensamblado. 191
Figura 331. Cuerpo del posicionador junto con el sensor. 191
Figura 332. Ensamblaje del cuerpo del posicionador. 191
Figura 333. Conexión de la tarjeta Electrónica. 192
Figura 334. Conexión completa del cuerpo del posicionador. 192
Figura 335. Conexión tornillo carcasa-cuerpo. 192
Figura 336. Conexión placa principal.....192
Figura 337. Cabezal y cuerpo del posicionador. 193
Figura 338. Conexión de manómetros. 193
Figura 339. Conexión de filtros de aire. 193
Figura 340. Montaje del posicionador en válvula rotativa. 194
Figura 341. Cabezal del posicionador.....194
Figura 342. Configuración placa analógica principal.....195
Figura 343. Árbol de programación.....196
Figura 344. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste. 200
Figura 345. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste. 200

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ideal de calibración "Presión positiva"......39
Tabla 2. Calibración "Presión manométrica"......39
Tabla 3. Calibración con ajuste "Presión manométrica"......40
Tabla 4. Ideal de calibración "Presión absoluta"......43
Tabla 5. Calibración "Presión absoluta"......43
Tabla 6. Calibración con ajuste "Presión absoluta"......44
Tabla 7. Calibración ideal del transmisor de nivel......53
Tabla 8. Calibración del transmisor de nivel......53
Tabla 9. Calibración del transmisor de nivel después del ajuste......54
Tabla 10. Ideal de Calibración "transmisor de nivel doble sello"......63
Tabla 11. Datos obtenidos de Calibración "transmisor de nivel doble sello"......63
Tabla 12. Ideal de Calibración "transmisor de nivel pierna húmeda"......72
Tabla 13. Datos tomados de Calibración "transmisor de nivel pierna húmeda"......72
Tabla 14. Datos después del ajuste "transmisor de nivel pierna húmeda"......73
Tabla 15. Dimensiones sondas del transmisor......78
Tabla 16. Calibración Ideal del transmisor de nivel onda guiada......91
Tabla 17. Datos de Simulación "transmisor de nivel onda guiada"......91
Tabla 18. Longitudes de L en inch......95
Tabla 19. Datos para el montaje del transmisor......95
Tabla 20. Cono de la Antena modelo 5401......97
Tabla 21. Cono de la Antena modelo 5402......97
Tabla 22. Longitudes de la Antena......98
Tabla 23. Longitudes......100
Tabla 24. Datos Ideales "transmisor de nivel radar"......106
Tabla 25. Datos de Simulación "transmisor de nivel radar"......106
Tabla 26. Datos Ideales del transmisor de temperatura......117
Tabla 27. Datos de Calibración del transmisor de temperatura......117
Tabla 28. Datos de Calibración con ajuste del transmisor de temperatura......120
Tabla 29. Datos Ideales "tx de temperatura"......128
Tabla 30. Datos tomados "tx temperatura"......128
Tabla 31. Calibración con Ajuste "tx temperatura"......132
Tabla 32. Ideal de Calibración "válvula neumática"......152
Tabla 33. Obtenidas de Calibración de la válvula neumática......152
Tabla 34. Calibración Exitosa de la válvula neumática......153
Tabla 35. Ideal de Calibración "Válvula Samson"......169
Tabla 36. Obtenidas de la Calibración "Válvula Samson"......169
Tabla 37. Calibración Exitosa "Válvula Samson"......170
Tabla 38. Calibración de la válvula con posicionador Smar......194
Tabla 39. Calibración despues del ajuste posicionador Smar......199

RESUMEN

Este proyecto surge de la necesidad de estandarizar las tareas de mantenimiento en el Ingenio Risaralda en casos de gran importancia en donde se debe realizar la debida medición de nivel, presión, temperatura y la acción de control a través de válvulas.

En el presente proyecto de grado se describen aspectos técnicos y conceptuales de gran importancia para el debido mantenimiento preventivo y correctivo de los elementos básicos de medición utilizados en la empresa, mostrando detenidamente todas las partes que componen los transmisores y válvulas de fabricantes específicos. Esto se hace con el fin de ofrecer al ingenio un procedimiento único que se debe llevar a cabo por todas las empresas prestadoras de este servicio, y hasta por los mismos instrumentistas de planta. Allí, se mostrarán las tablas de calibración de los trasmisores de presión, presión diferencial, nivel por radiofrecuencia, nivel radar onda guiada, temperatura, válvulas tipo mariposa y globo.

Este procedimiento se realizó mediante una serie de seguimientos específicos a los elementos, teniendo en cuenta los manuales suministrados por los fabricantes y las capacitaciones dadas por estos. Allí, se observó la configuración del elemento de medida (Rango y corriente de salida) y elemento actuador "válvulas" (Corriente entrada Vs porcentaje apertura válvula), su respectiva calibración y ajuste pertinente.

Este proyecto sirve al Ingenio Risaralda y a toda empresa que posea dispositivos de medición y elementos actuadores que son vitales para los procesos que se llevan a cabo en las empresas.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realizó con el fin de colaborar a los instrumentistas del Ingenio Risaralda, en la realización de los mantenimientos preventivos y correctivos de los transmisores y sensores de temperatura, transmisores de presión y de nivel con radiofrecuencia, transmisores de nivel (Radar Onda Guiada), transmisores de nivel con presión diferencial y válvulas neumáticas tipo mariposa. En estos manuales se ha integrado una serie de conocimientos básicos de instrumentación, donde se tiene en cuenta la información técnica suministrada por los fabricantes.

Para analizar la creación de dichos procedimientos preventivos y correctivos de los elementos mencionados fue necesario seguir paso a paso las instrucciones proporcionadas por los manuales de dichos equipos, sin embargo, uno de los estándares es realizado sin la debida instrucción del manual dada su antigüedad, para esto fue necesario la intervención de un especialista en el caso.

El interés esencial de este trabajo no es solo instruir, si no, dejar un modelo de procedimiento a seguir a futuras generaciones de instrumentistas, dada la durabilidad de los elementos que requieren de constante mantenimiento.

Se hace énfasis en los diferentes tipos de transmisores de nivel, por ser los más importantes en la industria, de igual forma se mostrarán diferentes tipos de mediciones de nivel a partir de presión diferencial como son: doble sello remoto, transmisor de nivel tanque abierto en donde una de las tomas esta a la presión atmosférica, transmisor de nivel pierna humedad, y la medición directa que se realiza con los transmisores de nivel radar onda guidada y radiofrecuencia.

Durante la creación de dichos protocolos técnicos se observó un déficit en los procedimientos realizados por los instrumentistas, dado que las compañías requieren realizar los trabajos de mantenimiento en el menor tiempo posible, sin tener presente en algunos casos las instrucciones de los manuales; por esta razón el Ingenio Risaralda ha venido desarrollando el proceso de estandarización, el cual obedece al seguimiento del manual para cada ejecución.

Para que sea exitoso el aprendizaje con dichos manuales es necesario tener una mínima base en presión manométrica, vacio, temperatura, presión atmosférica del sitio de trabajo, unidades básicas de presión, temperatura y distancia.

1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Actualmente el Ingenio Risaralda tiene diferentes procesos, mediante los cuales se produce la azúcar refinada, el alcohol carburante, y abonos orgánicos; los cuales han exigido el control de diversos procedimientos que son necesarios para obtener el producto final. Como en todo proceso, es necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, la temperatura, el caudal, el nivel entre otras.

Esta acción de control es realizada por sistemas como el I/A o el A^2 los cuales para hacer control pueden abrir o cerrar válvulas entre otras acciones. Para la medición de dichas variables son necesarios sensores y a su vez transmisores. Los sistemas de control están estandarizados para leer señales electrónicas de 4mA indicando el valor más bajo, es decir, 0% al que se encuentra programado el dispositivo; y 20mA el valor del rango más alto, es decir 100%. Por ejemplo para los sistemas neumáticos como válvulas el estándar es de 3psi para válvula totalmente cerrada y 15psi para la válvula totalmente abierta.

Estos elementos por su uso continuo tienden a perder la linealización de entrada o de salida y para que sea óptimo el control de dichas variables, es necesario realizar un adecuado mantenimiento. Para tal procedimiento será imprescindible poseer un manual técnico, que proporcione absolutamente toda la información necesaria para realizar un adecuado mantenimiento, ya que muchas veces los instrumentistas se saltan pasos a realizar, lo que conlleva a una calibración de baja calidad. [1]

Dado que el Ingenio Risaralda posee una gran cantidad y variedad de transmisores y válvulas, se encuentran diferentes marcas para dichos elementos. Para transmisores de presión, nivel y temperatura existen marcas como Foxboro, Siemens, Endress+Hauser y Smart. Para los elementos finales de control, las válvulas, hay diferentes tipos, como son la válvula globo, mariposa y bola, estas existen en diferentes marcas, tales como Masoneilan, Samson, Keystone, Fisher “Emerson” y Bray.

En estos transmisores y válvulas, se encuentran a menudo algunos problemas, tales como la transmisión de datos o en la acción de control. Esto debido a la falta de procedimientos técnicos para su mantenimiento. En la actualidad dichos pasos son propios de cada instrumentista, de acuerdo a como encontró el transmisor o la válvula, pero pocas veces se realiza el procedimiento que garantiza un excelente funcionamiento.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Dados los continuos problemas presentados al realizar el control de las variables de los procesos, poco tiempo después de realizarse el mantenimiento de dichos dispositivos, se requiere llevar un procedimiento que otorgué la validez del mantenimiento, y optimice el error en la medida de acuerdo a la curva ideal de calibración. Dicha curva depende del rango al cual se encuentra programado el dispositivo, por ejemplo para transmisores de presión con rangos de 0 a 30psi, el 0psi es 4mA y el 30psi es 20mA, por tal razón las curvas de calibración dependen del rango al que se encuentran programado el transmisor.

Por la gran cantidad de transmisores y válvulas que existen o que son reemplazados en el Ingenio, es muy tedioso conocer los pasos específicos que son utilizados en la calibración de los mismos. Es por esta razón, que muchas veces dichos elementos no trabajan de la mejor manera, y son revisados hasta dos veces alargando el tiempo del trabajo. Dicha complicación causa pérdidas a la empresa, ya que para realizarse el mantenimiento de algunos de estos transmisores o actuadores, se debe detener el proceso de producción y por ende la fábrica.

Realizando un protocolo técnico para el mantenimiento, se evitará pérdidas para la empresa, ya que estos elementos permiten la elaboración del producto final y determinan su calidad. Dichos productos pueden ser azúcar refinada, alcohol carburante y abonos orgánicos. Es ahí donde son fundamentales los manuales suministrados por los fabricantes, ya que permiten realizar el seguimiento al mantenimiento y verificar que sea realizado correctamente.

Ya elaborado dicho manual se optimizaría el tiempo, ya que solo será necesario seguir paso a paso el procedimiento para el mantenimiento óptimo. Dichos protocolos técnicos ayudarán a que la empresa sea competente frente al mercado y la calidad mejore notablemente.

Actualmente las empresas que están certificadas por normas son las más competentes en el mercado. Existen empresas que no se preocupan por la calidad de sus servicios, ofreciendo a sus clientes servicios y productos de baja índole, dejando de ser competentes frente al mercado nacional. Estas empresas muchas veces tienen que dejar de prestar sus servicios, por esta razón el Ingenio Risaralda ha estandarizado muchos procedimientos con el fin de mejorar la calidad de los productos ofrecidos.

2 OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar el protocolo técnico para el mantenimiento de los transmisores de presión, nivel, temperatura y válvulas tipo mariposa y globo del Ingenio Risaralda.

Objetivos Específicos

- Construir una base bibliográfica con los manuales técnicos ofrecidos por los fabricantes para cada dispositivo, con el fin de obtener información para los mantenimientos preventivos y correctivos.

- Construir las gráficas de calibración y ajuste, de los transmisores y actuadores para verificar el óptimo desempeño de los mismos.

3 MARCO DE ANTECEDENTES

Desde que se realizó el montaje de la maquinaria y equipos en el Ingenio Risaralda, este siempre ha contado con los dispositivos necesarios para la medición de las variables en procesos, tales como los transmisores de presión, flujo, nivel, temperatura, PH entre otros. Dichos elementos eran de gran tamaño y su ajuste se realizaba a través de trimmers. En la actualidad el Ingenio ha adquirido transmisores pequeños e inteligentes que son modificados a través de comunicación Hart, FoxCom, Honeywell, entre otros. Estos elementos mejoran la precisión en la toma de las variables, dejando en bajo nivel aquellos que en su momento fueron los más apropiados, aunque hoy en día algunos de estos transmisores se encuentran en uso.

Existe una pequeña minoría de transmisores inteligentes que dada su tecnología y su precisión, solo es necesario verificar su configuración. Existen otros transmisores, los cuales necesitan el ajuste de corriente de salida. Dichos procedimientos son muy complicados, dada la alta gama de productos que posee y aún sigue adquiriendo el Ingenio Risaralda.

Los beneficios del uso de transmisores inteligentes se evidencian en el mejoramiento de la calidad y cantidad de los productos. En general, intervienen en el perfeccionamiento de las instalaciones, haciéndolas más eficientes mediante la reducción de costos de dichos procedimientos. Además, contribuyen en el ahorro de mantenimiento de los equipos, ya que este es uno de los principales costos para las industrias, razón por la cual todos los administradores tratan de ahorrar dinero en esta área. Aunque esta es la forma más rápida de ahorrar dinero, también es la más peligrosa, porque la historia nos ha enseñado que reduce la disponibilidad de la planta y la seguridad de la misma. [2]

En cuanto a los modelos de mantenimiento para los sistemas con un comportamiento estocástico han sido tema de investigación desde 1950. El objetivo principal se refiere ha tratar de encontrar el óptimo plan que reduzca al mínimo el costo de mantenimiento general, o en su defecto maximizar una medida de rendimiento del sistema. Es necesario establecer unas políticas eficaces de manutención, para el rendimiento del sistema y para que las ganancias sean superiores. [3]

En la actualidad es posible instalar dispositivos inteligentes en campo, con capacidad de autodiagnóstico a través de conexiones de bus de campo para predecir posibles errores de equipos. La filosofía de mantenimiento predictivo simple se basa en obtener datos de los dispositivos inteligentes de campo para analizarlos con algún algoritmo de predicción, y calcular si el dispositivo producirá alguna falla. Lamentablemente esto no es tan sencillo. No se conoce ni cuáles son los datos significativos ni cómo usarlos. Para resolver el problema se comienza a partir del análisis convencional post-mortem del fallo de los instrumentos. Este

análisis informa cual fue la causa del fracaso. Se ha añadido un paso más allá, tratando de averiguar cómo identificar la causa la falla antes de que esta ocurra. [4] Sin embargo, el uso de estos equipos requiere de un costoso Sistema de control, DCS "***DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM***", o el uso extensivo de un dispositivo portátil. [5] Dado que el Ingenio Risaralda no posee los equipos con dicha tecnología, este realiza su mantenimiento preventivo a partir de tiempos medios de fallos.

En los últimos dos años dicha industria ha estandarizado algunos procedimientos para realizar la calibración y ha traído técnicos especializados en transmisores específicos, para que se pueda realizar el mantenimiento con la mayor calidad posible, dichos protocolos serán provechosos para la verificación de la configuración o para realizar el ajuste necesario, con el fin de obtener un óptimo desempeño del equipo.

Hoy en día existen una gran cantidad de manuales técnicos, en casi todas las industrias, pero hablar de ellas será imposible ya que dichos manuales técnicos son propios de cada organización, estos manuales pueden ser modificados permanentemente para su mejor uso.

El ingenio Risaralda posee una serie de manuales técnicos para la calibración de transmisores de flujo magnético, transmisores de Brix, analizador de oxigeno; pero dada la gran variedad de algunos de estos elementos, existen transmisores que aun no poseen un estándar técnico, por lo cual es necesario realizarlo de forma inmediata, para un óptimo desempeño del equipo.

4 MARCO TEÓRICO

Un transmisor no es más que un elemento que capta una variable ya sea presión, temperatura, nivel, caudal, pH entre otros, convirtiéndola en una señal que pueda ser transmitida. Existen varios tipos de señales de transmisión: neumáticas, electrónicas, digitales, hidráulicas y telemétricas. Las más empleadas en la industria son las tres primeras. Las señales hidráulicas se utilizan ocasionalmente cuando se necesita una gran potencia y las señales telemétricas se emplean en distancias de varios kilómetros entre el transmisor y el receptor.

Para los transmisores y actuadores que se quiere realizar el protocolo técnico, se tiene en cuenta: la señal electrónica, digital y neumática.

La señal electrónica anteriormente era de 1 a 5mA, de 10 a 50mA, de 0 a 20mA hasta que dicha señal fue normalizada de 4 a 20 mA c.c. Esta posee un nivel suficiente y de compromiso entre la distancia de transmisión y la robustez del equipo. Al ser continua y no alterna, elimina la posibilidad de captar perturbaciones, está libre de corriente parásitas, emplea sólo dos hilos que no precisan blindaje y permite actuar directamente sobre miliamperímetros, potenciómetros, calculadores analógicos, etc. sin necesidad de utilizar rectificadores ni modificar la señal. [6]

La señal neumática (3-15 psi o 0,2-1 bar o 0,2-1 kg/cm2), se tiene en cuenta ya que esta señal es la encargada de hacer el control final, dicho control es dado a través de las válvulas, las cuales son las encargadas de variar el caudal en una forma determinada.

Para los trasmisores electrónicos la alimentación puede realizarse con una unidad montada en el panel de control y utilizando el mismo par de hilos del transmisor, la mayoría de estos elementos son utilizados como medios para hacer control.

4.1 Transmisores electrónicos

Por lo general son de equilibrio de fuerzas (ver Figura 1).

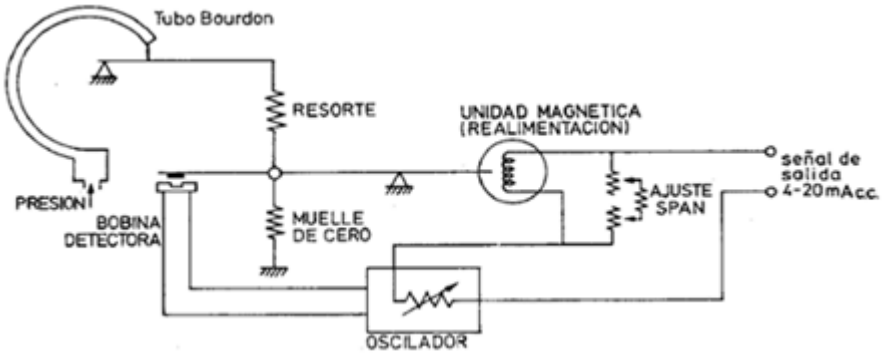


Figura 1. Detector de posición de inductancia.

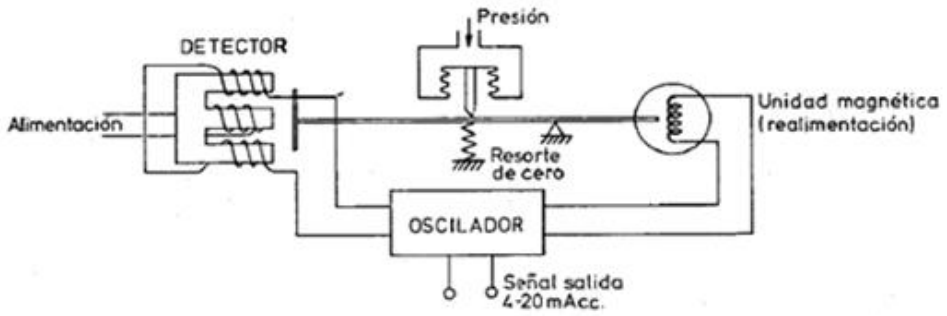


Figura 2. Transformador diferencial.

Este consiste en una barra rígida, la cual es soportada en un punto sobre el que actúan dos fuerzas en equilibrio;

- La primera es la fuerza que ejerce el elemento mecánico de medición (tubo bourdon, espiral, fuelle)

- La segunda es la fuerza electromagnética de una unidad magnética.

La diferencia entre las dos fuerzas varia la posición relativa de la barra, excitando un transductor de desplazamiento semejante a un detector de inductancia o un transformador diferencial. Un sistema oscilador incorporado en alguno de estos detectores alimenta una unidad magnética y el resultado es un impulso que reposiciona la barra de equilibrio de fuerzas. Así se completa un circuito de realimentación que cambia la corriente de salida en proporción al intervalo de la variable del proceso. Dichos instrumentos, dada su constitución mecánica, presentan un ajuste de cero y del alcance complicado y una alta sensibilidad a vibraciones. Su precisión es del orden del 0.5-1%.

4.2 Detector de posición de inductancia

Está conformado por dos partes de ferrita, una de estas en la barra y la otra ubicada firmemente en el chasis del transmisor y comprende una bobina enlazada a un circuito oscilador. Cuando se acrecienta o decreciente el entrehierro disminuye o aumenta conjuntamente la inductancia de la bobina detectora modulando la señal de salida del oscilador. [6]

4.3 Transformador diferencial

(LVDT-linear Variable Differential Transformer) (ver Figura 2). Está conformado por un núcleo magnético con tres o más polos bobinados. El bobinado central está enlazado a una línea de alimentación estable, denominada arrollamiento primario. Los demás están igualmente bobinados con la misma cantidad espiras y en la misma disposición. Dicho transformador es cerrado magnéticamente con la barra

de equilibrio de fuerzas. Cuando cambia la presión varía la posición de la barra induciendo voltajes distintos en las dos bobinas, con más intensidad en la bobina arrollada con menor entrehierro y con menor intensidad en la opuesta. Las bobinas están comunicadas opuestamente y la señal de tensión diferencial resultante es insertada en un amplificador transistorizado que alimenta la unidad magnética de reposición de la barra. [6]

4.4 Transmisores digitales

El primer transmisor digital denominado inteligente, fue presentado por la firma Honeywell (smart transmitter). Este concepto significa que el sensor tiene funciones complementarias que se suman a las propias de la medida propia de la variable. Naturalmente estas funciones son elaboradas por un microprocesador, sin embargo lo anterior no atribuye que el instrumento se designe inteligente. [6]
Existen dos modelos básicos de transmisores inteligentes:

Sensor capacitivo: este consiste en la alteración de la capacidad producida en un condensador con un diafragma sensible, cuando se aplica una presión o presión diferencial sobre los dos diafragmas externos. Esta presión actúa a través de un fluido llamado (aceite) que se introduce en el interior del condensador. El máximo desplazamiento del diafragma sensible es de 0.1mm. Un circuito estructurado por un oscilador y demodulador convierte la variación de capacidad en señal analógica. Para luego ser transformada a señal digital para pasar dicha información a un microprocesador “inteligente” que la cambia a señal analógica de transmisión de 4 a 20mA c.c. (ver Figura 3).

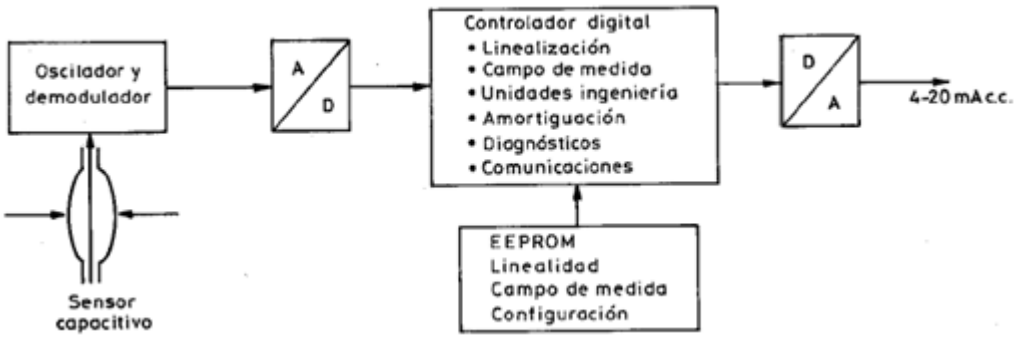


Figura 3. Sensor Capacitivo.

El semiconductor: está compuesto a partir de una membrana delgada de silicio y utiliza técnicas de dopaje para producir un campo sensible a los esfuerzos. El comportamiento de este es similar a un circuito dinámico de puente de Wheatstone (ver Figura 4) aplicable a la medida de presión, presión diferencial y nivel, constituido por una pastilla de silicio difundido en el que se hallan internamente las resistencias R_A, R_B, R_C, y R_D de un puente de Wheatstone. Los cambios de la variable producen un desnivel en el puente originando una señal de salida de 4-20mA c.c.

El funcionamiento consiste en que cuando no hay presión, las fuerzas E_1 y E_2 son equivalentes, y al aplicar la presión del proceso, mientras que R_B y R_C reducen su resistencia, R_A y R_B la aumentan, produciendo caídas de tensión variables y un desequilibrio entre E_1 y E_2. Dicha desigualdad es introducida a un amplificador de alta ganancia que controla un regulador de corriente variable. Un límite de corriente continua de 3 a 19mA c.c. con 1mA del puente genera una señal de salida de 4 a 20mA c.c. Dicha corriente atraviesa la resistencia de realimentación R_{fb} y eleva E_1 a una fuerza similar a la de E_2 y restablece el puente. Dada la caída de tensión producida por R_{fb} la cual es proporcional a R_{2f}, esta resistencia fija el alcance de medida (Span) del transductor. El cero del instrumento puede cambiar combinando resistencias fijas en el brazo izquierdo del puente (cero basto) y un potenciómetro “trimmers” en el brazo derecho (cero fino). [6] [7]

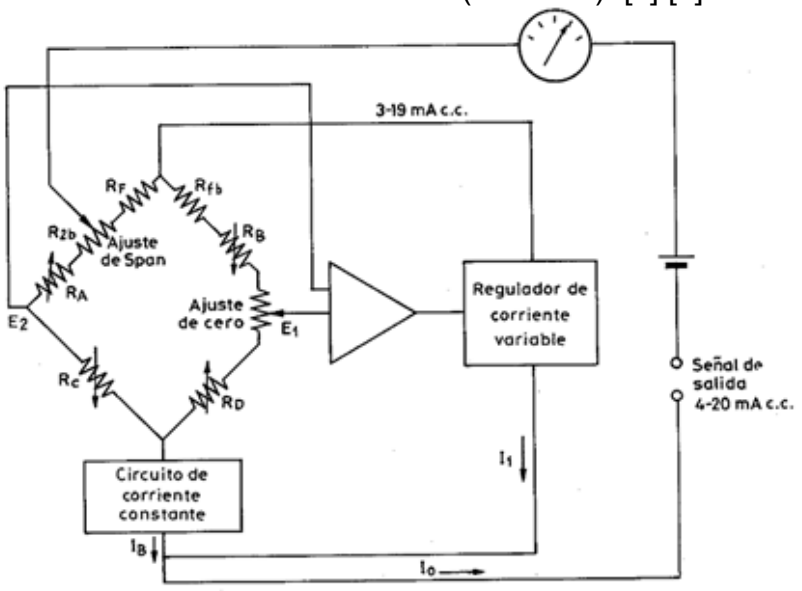


Figura 4. Puente de Wheastone en silicio difundido.

La mayoría de veces la pastilla de silicio está compuesta por dos puentes de Wheatstone, uno de presión, otro de presión diferencial y una termorresistencia. El microprocesador equilibra las no linealidades de los sensores o de los elementos individuales, las tres señales analógicas son cambiados a impulsos, además calcula mediante datos predefinidos de fábrica y almacenados en su memoria; un valor digital de salida que es convertido a la señal de salida analógica de 4-20mA c.c. Este elemento puede utilizar un comunicador portátil de teclado alfanumérico para realizar la comunicación por medio de dos hilos entre el transmisor y el receptor, que permite leer los valores del proceso, configurar el transmisor, cambiar su campo de medida y diagnosticar averías.

Aunque hoy en día existen instrumentos digitales que son capaces de manejar grandes volúmenes de datos y guardarlos en unidades, con una precisión mayor

10 veces a la señal clásica de 4-20mA, enviada no por un par de hilos, si no por un cable de comunicaciones llamado bus.

Esta tecnología es un protocolo de comunicaciones digital de alta velocidad, la cual está próxima a reemplazar la señal analógica clásica.

Para acondicionar las señales de los sensores, se tiene en cuenta las siguientes configuraciones:

- **Amplificador de Instrumentación**

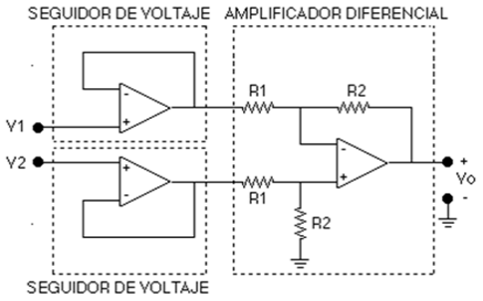


Figura 5. Amplificador de Instrumentación.

La salida de voltaje en un amplificador de instrumentación es el siguiente:

$$\text{Vo} = \frac{R2}{R1}(V2 - V1) \quad (1)$$

- **Amplificador de Instrumentación Integrado**

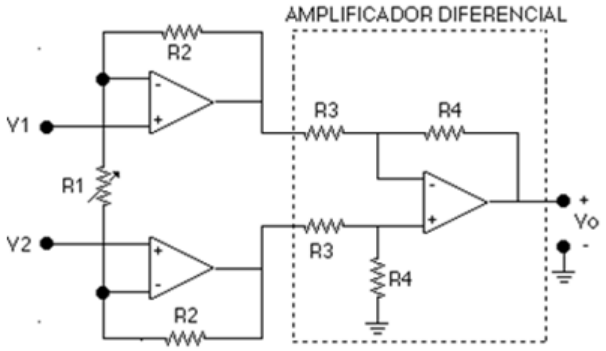


Figura 6. Amplificador de Instrumentación Integrado.

La salida de voltaje en un amplificador de instrumentación Integrado es el siguiente:

$$\text{Vo} = \left(\frac{R4}{R3}\right)\left(1 + \frac{2R2}{R1}\right)(V2 - V1) \quad (2)$$

- **Convertidor de Voltaje a Corriente**

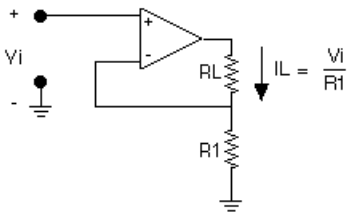


Figura 7. Convertidor de Voltaje a Corriente.

La salida de un convertidor de voltaje a corriente es la siguiente:

$$\mathrm{IL} = \frac{Vi}{R1} \qquad (3)$$

La señal transmitida por dichos elementos es procesada y analizada, para que luego se tome una acción de control, es ahí donde entra la válvula automática, ya que ésta constituye el último elemento en un lazo de control.[8] Es la encargada de variar un orificio de paso permitiendo cambiar linealmente el caudal de un fluido. [9]

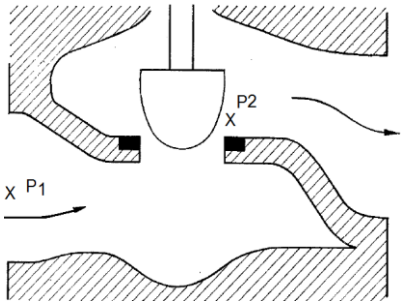


Figura 8. Válvula de Control.

Aplicando el teorema de Bernouilli en los puntos 1 y 2 (ver Figura 8), da como resultado:

$$\left(\frac{P1}{\rho 1}\right) + \left(\frac{V1^2}{2}\right) = \left(\frac{P2}{\rho 2}\right) + \left(\frac{V2^2}{2}\right) \qquad (4)$$

Suponiendo fluidos incomprensibles

$$\rho 1 = \rho 2 = \rho \qquad (5)$$

Donde luego:

$$\mathrm{V2}^2 - V1^2 = 2\frac{(P1-P2)}{\rho} \qquad (6)$$

Suponiendo que $V2 \gg V1$, la ecuación queda de la siguiente forma:

$$V2 = \sqrt{2\frac{\Delta P}{\rho}} = \sqrt{2h} \qquad (7)$$

Dada la forma de la válvula da lugar a una resistencia que disminuye la velocidad, está se representa como:

$$V = \beta\sqrt{2h} \qquad (8)$$

Donde

β= coeficiente de resistencia (sin dimensiones)

V= Velocidad del fluido (m/s)

h= Altura de presión entre la entrada y salida de la válvula (m)

Y como:

$$q = FV \qquad (9)$$

Siendo

q= Caudal a través de la válvula, en m^3/s

F= Sección del orificio del paso, en m^2

Resulta

$$q = F\beta\sqrt{2h} = F\beta\sqrt{2\frac{\Delta P}{\rho}}10^2\ {m^3}/{s} \qquad (10)$$

En la que

Δp= Pérdida de carga en bar a través de la válvula (1bar= 10^5 Pascal)

ρ = Densidad del fluido, en kg/dm^3

Como por definición el coeficiente de la válvula K_v corresponde al caudal en m^3/h para una pérdida de carga $\Delta p=1$ bar y la densidad del agua entre 5 y 40°C es de $1000kg/m^3$, o $1kg/dm^3$, resulta;

$$K_v = 3600F\beta\sqrt{200}\ {m^3}/{h} = 50.911F\beta\ {m^3}/{h} \qquad (11)$$

Fórmula que permite determinar el contorno del obturador ya que relaciona el caudal en función del área de paso.

Sustituyendo la fórmula anterior en (13) resulta.

$$q = \frac{K_v}{3600}\sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}\ m^3/_S \qquad (12)$$

$$\mathrm{Q} = K_v\sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}\ m^3/_S \qquad (13)$$

Y de aquí

$$\mathrm{K_v} = Q\sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}}\ \ \mathrm{m^3/_h} \qquad (14)$$

Expresiones en las que:

Q=Caudal máximo, en m3/h

ϱ= Densidad del fluido, en kg/dm^3

∆p= Pérdida de carga en bar para el caudal máximo

De formula 14, se observa el coeficiente de la válvula, el cual depende del área por el cual pasa el fluido, es decir la configuración hidráulica de la válvula y del tipo de esta.

5 TRANSMISOR DE PRESIÓN MANOMÉTRICA Y ABSOLUTA

Dispositivo de medición de presión tanto positiva como negativa. Para el cual se va realizar a continuación el estándar de mantenimiento.

5.1 Alcance y campo de aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje, mantenimiento, calibración, ajuste, configuración y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de los transmisores de presión Manométrica y absoluta es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de presión Manométrica y presión absoluta Foxboro instalados en el Ingenio Risaralda.

5.2 Consideraciones de montaje

Se debe tener en cuenta las siguientes observaciones para los diferentes tipos de estados a medir.

5.2.1 Medida en líquidos

Con la instalación usada en línea horizontal el transmisor debe ser montado por debajo del punto de medida, para que la tubería de impulsión se encuentre siempre llena de líquido y las burbujas de gas puedan pasar a la tubería de proceso (ver Figura 9).

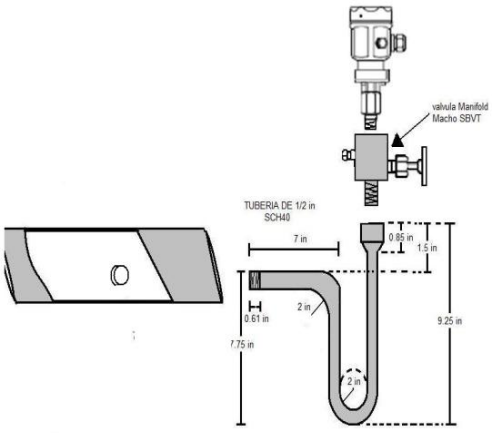


Figura 9. Medida en Líquidos[1].

[1] ENDRES + HAUSER, *Pressure Transmitter, Operating Instructions Cerabar M PMC 41, PMC 45, PMP 41, PMP 45, PMP46,* 2007/8,pag. 7. [10]

5.2.2 Medición en vapores

Montar por encima del punto de toma empleando un tubo de conexión (ver Figura 10 y 11). Mediante el tubo de conexión se consigue que la temperatura delante del diafragma se reduzca lo suficiente para que llegue a ser casi igual a la temperatura ambiente. El tubo debe encontrarse lleno de agua antes de poner en marcha el sistema.

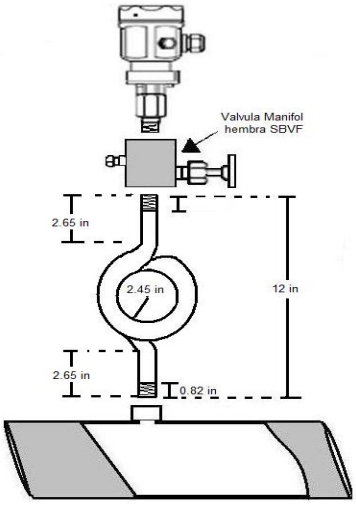


Figura 10. Medida en Vapores 1.[1]

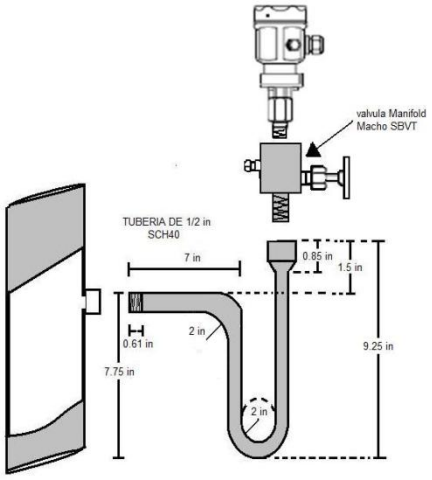


Figura 11. Medidas en Vapores 2.[2]

5.2.3 Medición en gases

Montar la válvula de corte por encima del punto de toma (ver Figura 12).

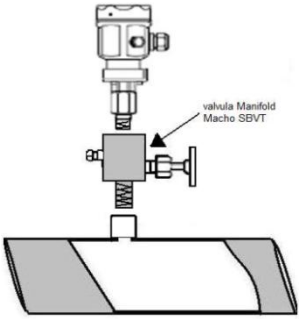


Figura 12. Medidas en Gases.[3]

[1] ENDRES + HAUSER, *Pressure Transmitter, Operating Instructions Cerabar M PMC 41, PMC 45,PMP 41, PMP 45, PMP46,* 2007/8,pag. 7. [10]
[2] ENDRES + HAUSER, *Pressure Transmitter, Operating Instructions Cerabar M PMC 41, PMC 45, PMP 41, PMP 45, PMP46,* 2007/8,pag. 7. [10]
[3] ENDRES + HAUSER, *Pressure Transmitter, Operating Instructions Cerabar M PMC 41, PMC 45, PMP 41, PMP 45, PMP46,* 2007/8,pag. 7. [10]

5.3 Herramientas

Las herramientas utilizadas para este tipo de transmisor son: llave paratubo, llave peston 10", teflón, racores 8mm, manómetro patrón, bomba hidráulica, atornillador de pala, atornillador de estría, Multímetro, cinta Aislante, extensión eléctrica, escalera, arnés "Se debe revisar que los componentes del arnés estén en buen estado", Cinta para señalización, andamio "Solo hasta 4 cuerpos y debe estar sujeta", racores, calibrador de presión (Ametek ó Ashcroft), Hand Held Foxboro, Honeywell o Hart según tipo de transmisor.

NOTA: Recuerde que una mala utilización y el inadecuado uso de las herramientas causan deterioro en las piezas y posibles accidentes.

5.4 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Ubicar la tarjeta donde se encuentra conectado el transmisor, coordinando con el supervisor de instrumentación.
- PARTE ELECTRICA: Señal de control 4 a 20 mA
- EXTERNA: Conexión a toma de presión.
- FUNCIONAL: Señal del transmisor - datos en el I/A "Rango y señal en proceso".
- Ubicación física del transmisor.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Coordinar con el operario del cuarto de control el desmontaje del equipo.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base, para recordar instalación inicial y su ubicación.
- Desconexión del transmisor en la tarjeta, solo realizado por instrumentistas de turno.
- Desconexión eléctrica y cierre de la válvula de bloqueo.
- Purgar línea antes de desmontar el transmisor para asegurar que esta se encuentra despresurizada.
- Desconexión de la tubería.

Duración del desmontaje → **1hora 30 Minutos**

5.5 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa, hacerlo con cuidado cualquier golpe, rayón o movimiento brusco puede ocasionar daños graves; si es posible taparlo o empacarlo.
- Procure llevar únicamente el instrumento, es posible que el maletín de la herramienta o cualquier otro artefacto que tenga dificulte el traslado y ocasione daños.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte → **20 Minutos**

5.6 Mantenimiento General

El mantenimiento general se divide en cuatro partes:

- Limpieza general.
- Calibración.
- Reconfiguración
- Ajuste.

Tiempo estimado para esta labor→**3 horas**

5.7 Limpieza General

- Se realiza limpieza interna y externa al transmisor.
- Desensamble interno para limpieza general, se sopletea y se realiza ensamblaje nuevamente “Informar cualquier anomalía al supervisor de instrumentación”.

5.8 Calibración

La calibración del instrumento se realiza usando el siguiente montaje (ver Figura 13).

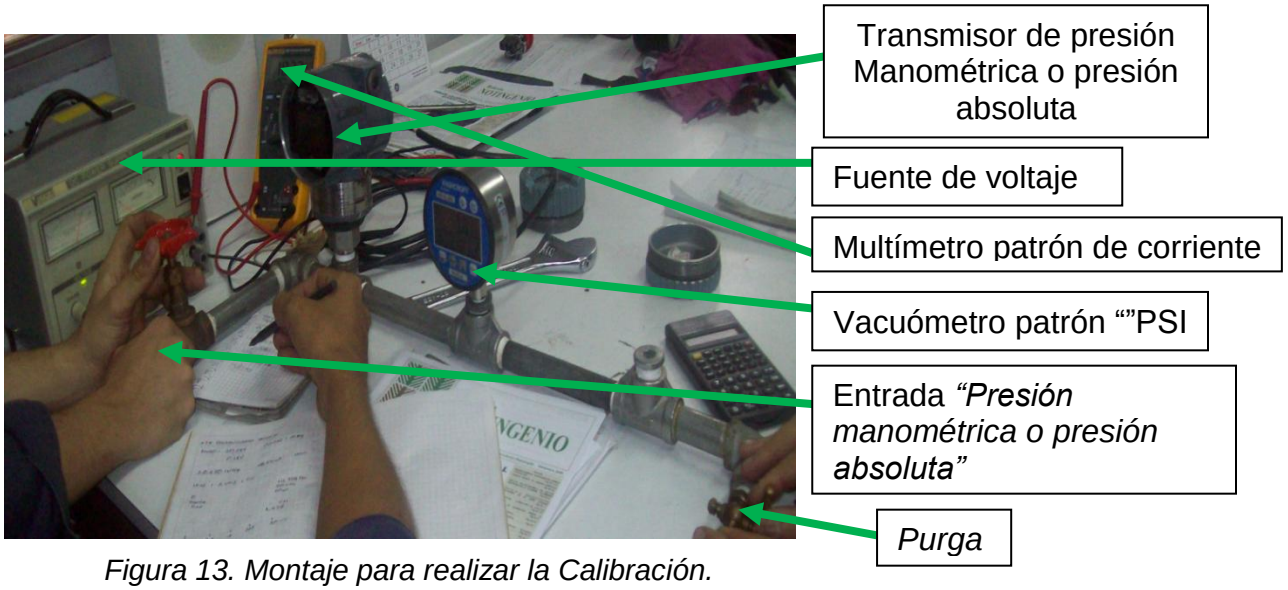
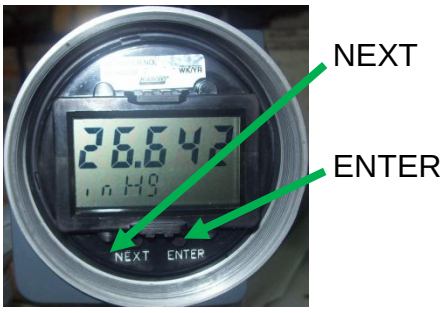

Transmisor de presión Manométrica o presión absoluta
Fuente de voltaje
Multímetro patrón de corriente
Vacuómetro patrón “”PSI
Entrada *“Presión manométrica o presión absoluta”*
Purga

Figura 13. Montaje para realizar la Calibración.

Para realizar el procedimiento de calibración se debe tener el rango al cual el transmisor se encuentra programado, para esto se realiza el siguiente procedimiento (ver Figura 14):

- Click en NEXT “Hasta visualizar VIEW”
- Click en VIEW
- Click en ENTER
- Click en NEXT “varias veces para visualizar todos los parámetros configurados, cuando en este se visualice en exit ”
- Click en ENTER



Nota: Si el transmisor no tiene display local se debe utilizar la interfaz manual de programación Hand Held Terminal o Hart según el transmisor.

Figura 14. Display del Transmisor.

5.9 Procedimiento de Calibración

Rango de Calibración del transmisor de 0 a 30psi con una presión Atmosférica de 13.26psi = 26.99736inHg en el Ingenio Risaralda.

- Se determinan los puntos de calibración según rango del proceso (ver Tabla 1).

Corriente "mA"	Presión Manométrica ideal "psi"
4.00	0
8.00	7.5
12.00	15
16.00	22.5
20.00	30

Tabla 1. Ideal de calibración "Presión positiva".

- Se introduce la presión positiva y se realiza toma de datos (ver Tabla 2).

Patrón ASHCROFT "Manométrica"	Display Transmisor "Manométrica"	Multímetro "mA"	ΔError P.A_ideal -Display_Tx
0.01	0.41	3.8	-0.41
7.50	6.82	7.89	-0.68
15.03	14.59	11.70	-0.41
22.51	21.99	15.88	-0.51
30.01	29.66	19.71	-0.34

. *Tabla 2. Calibración "Presión manométrica".*

Observación: Como el error en la medida sobrepasa el 0.3%, es necesario hacer un ajuste en dicho transmisor.

5.10 Configuración y Ajuste con el Hand Held

Para configuración de parámetros y ajuste con el Hand Held Terminal (ver Figura 16), luego se realiza la siguiente conexión (ver Figura 15).

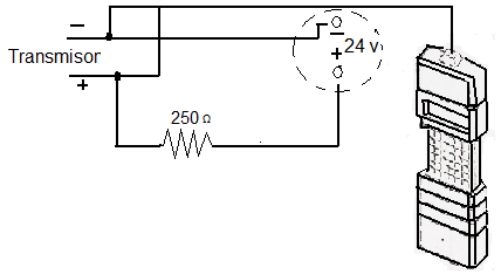


Figura 15. Conexión usando Hand Held.

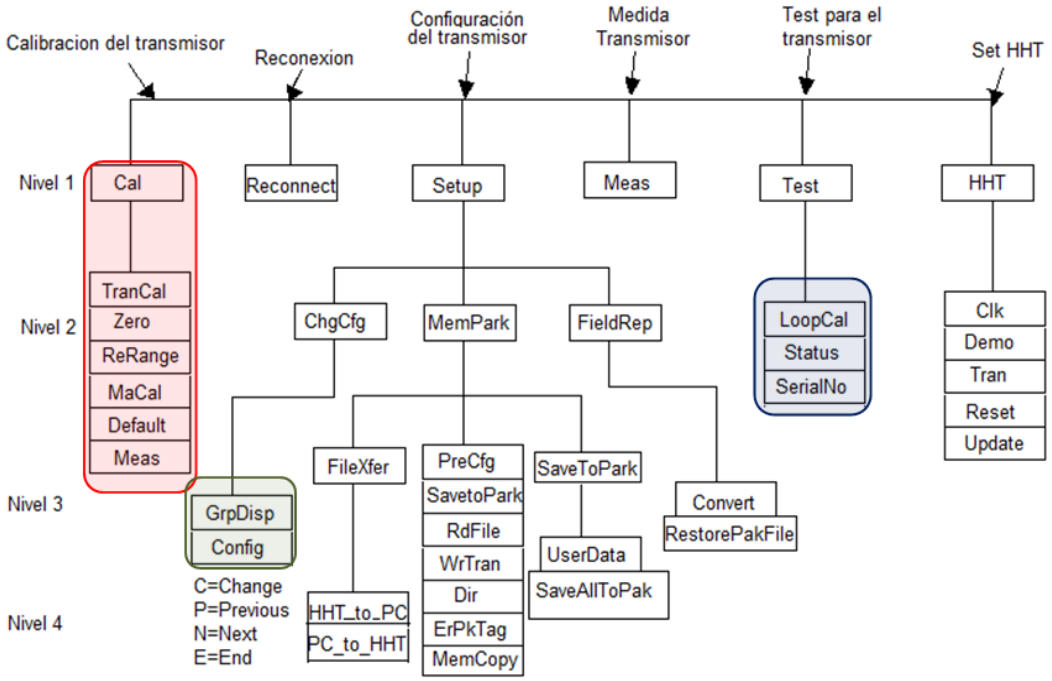


Figura 16. Diagrama funcional del Hand Held.

- Permite realizar los ajustes de Zero, Span y cambiar el rango de trabajo.
- Permite calibrar el lazo de corriente y diagnosticar el estado del transmisor.
- Se observa los parámetros de configuración, sin efectuar ningún cambio

Calibración después de realizarse el ajuste (ver Tabla 3).

Patrón ASHCROFT "Manométrica"	Display Transmisor "Manométrica"	Multímetro "mA"	ΔError P.A_ideal-Display_Tx
0.01	0.41	4.01	-0.41
7.50	6.82	8.00	-0.68
15.03	14.59	12.01	-0.41
22.51	21.99	16.01	-0.51
30.01	29.66	20.00	-0.34

Tabla 3. Calibración con ajuste "Presión manométrica".

El error no sobrepasa el 0.3% del rango el transmisor, por lo cual el transmisor está listo para seguir su labor.

5.11 Montaje

- Se coordina con el supervisor y con el operador el montaje del transmisor.
- Agregar agua a la tubería para la protección del transmisor.
- Conexión en tubería agregando teflón en el transmisor para evitar filtraciones.

- Conexión eléctrica del transmisor señal 4 a 20 mA en el I/A
- Se abre válvula de bloqueo.
- Sello con la fecha del mantenimiento.
- Protección con película de plástico.
- Conexión señal eléctrica en el sistema de control por instrumentista de turno en coordinación con el Supervisor de Instrumentación.
- Hacer seguimiento con el operador de proceso al funcionamiento del trasmisor.

Duración del montaje → **1hora 30 Minutos**

Esta labor deberá ser realizada por un Instrumentista I y un ayudante.

5.12 Verificación

Se mostrará las curvas de calibración de presión manométrica en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 17).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 18).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 19).

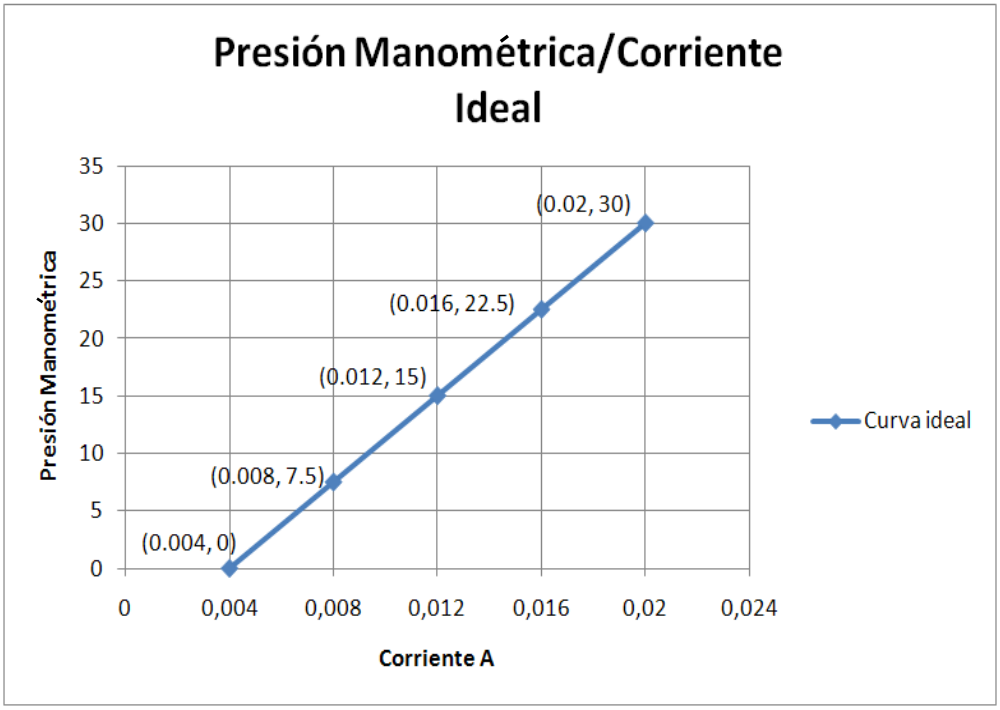


Figura 17. Curva de Calibración Transmisor de presión manométrica.

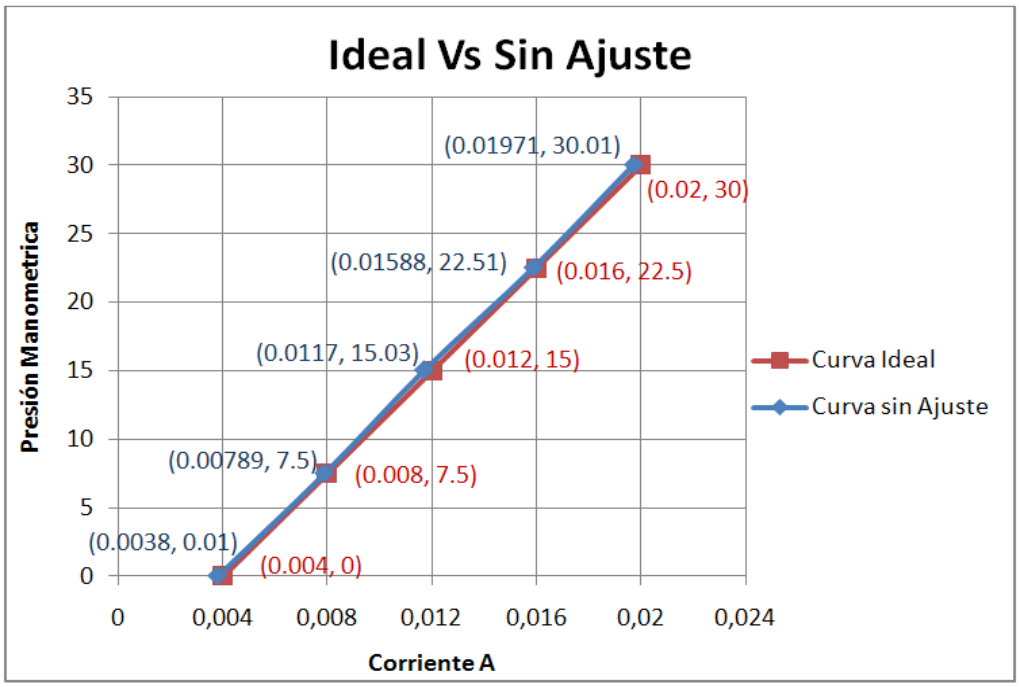


Figura 18. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste.

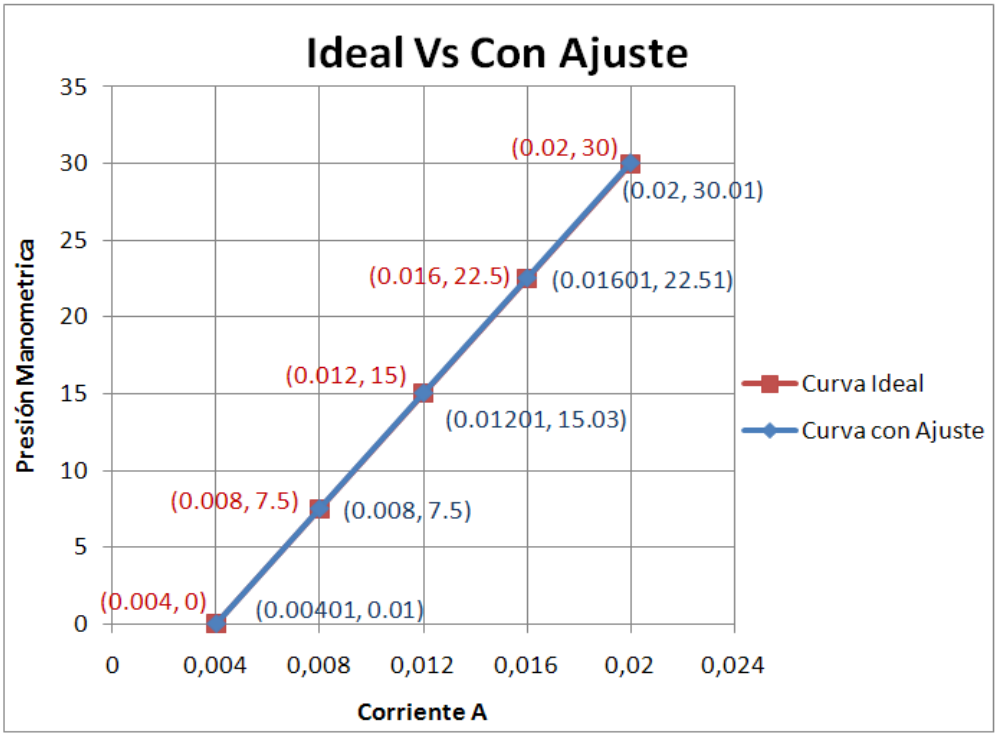


Figura 19. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste.

5.13 Procedimiento de Calibración

Rango de Calibración del transmisor de 0 a 30inHg con presión Atmosférica de 13.26PSI= 26.99736inHg en el Ingenio Risaralda, dato suministrado por Laboratorio de Metrologia.

- Se determinan los puntos de calibración según rango del proceso (ver Tabla 4).

Presión absoluta ideal "inHg"	P. Manométrica=P. Absoluta – P. Atmosférica "inHg"
0	-26.99736
7.5	-19.49736
15	-11.99736
22.5	-4.49736
30	3.00264

Tabla 4. Ideal de calibración "Presión absoluta".

- Con la bomba generadora de vacio producimos el vacio dado teóricamente (ver Tabla 5).

Patrón ASHCROFT "Manométrica" inHg	Display Transmisor "Absoluta" inHg	Fluke 79 "mA"	∆Error P.A_ideal-Display_Tx
-22.254	4.320	6.33	----------
-19.50	7.089	7.81	-0.411
-11.99	14.590	11.80	-0.41
-4.49	22.130	15.83	-0.37
3.005	29.66	19.83	-0.34

Tabla 5. Calibración "Presión absoluta".

Nota: La bomba generadora de vacio no tiene la capacidad de generar 26.99736inHg, por lo cual se tomaron valores desde -22.254inHg, para luego ingresar presión positiva para generar 3.005inHg.

Si hay error en la medición se debe proceder a realizar ajuste de la medición.

5.14 Configuración y Ajuste con el Hand Held

Para configuración de parámetros y ajuste con el Hand Held (ver Figura 16) se realiza la siguiente conexión (ver Figura 15).

Calibración después de realizarse el ajuste pertinente (ver Tabla 6).

Patrón ASHCROFT “Manométrica” inHg	Display Transmisor “Absoluta” inHg	Display Transmisor “mA”	ΔError P.A_ideal-Display_Tx
-21.9	5.063	6.71	----------
-19.495	7.470	7.99	-0.03
-11.99	14.987	12.01	-0.013
-4.495	22.513	16.03	0.013
3.005	30.033	20.05	0.033

Tabla 6. Calibración con ajuste “Presión absoluta”.

El error no sobrepasa el 0.3% del rango el transmisor, por lo cual el transmisor está listo para seguir su labor.

Esta labor deberá ser realizada por un instrumentista I y una ayudante.

5.15 Verificación

Se monstrará las curvas de calibración de presión absoluta en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 20).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 21).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 22).

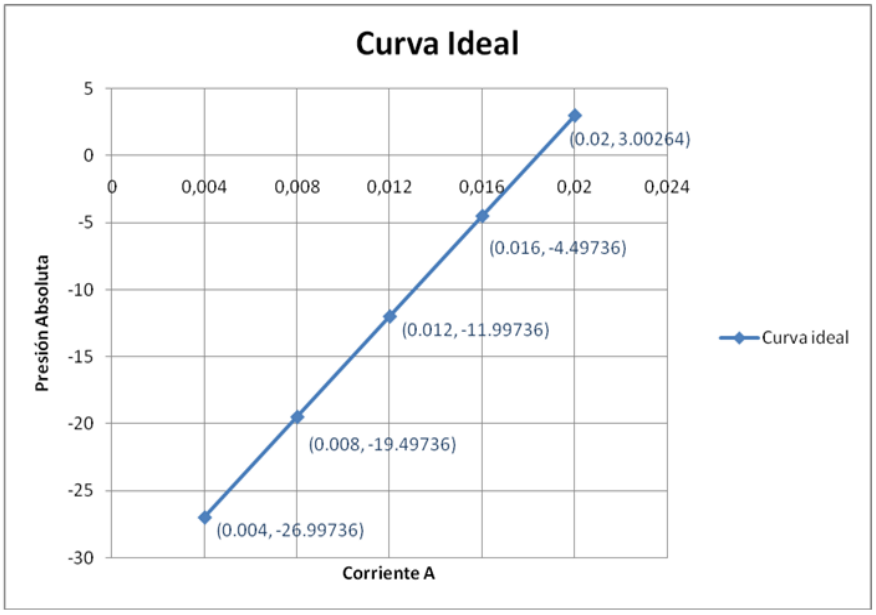


Figura 20. Curva Ideal de Calibración.

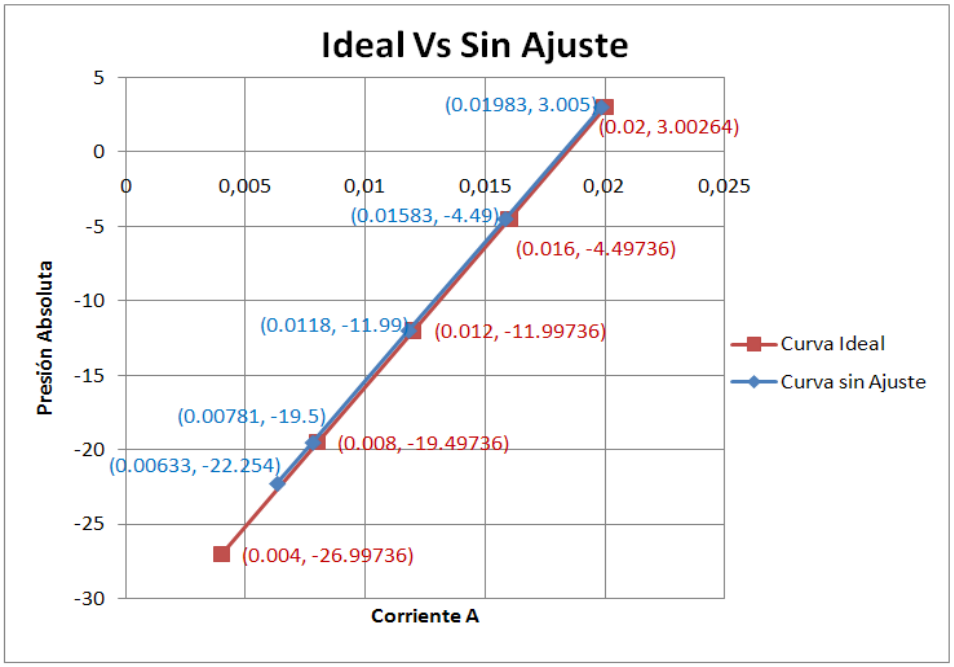


Figura 21. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste.

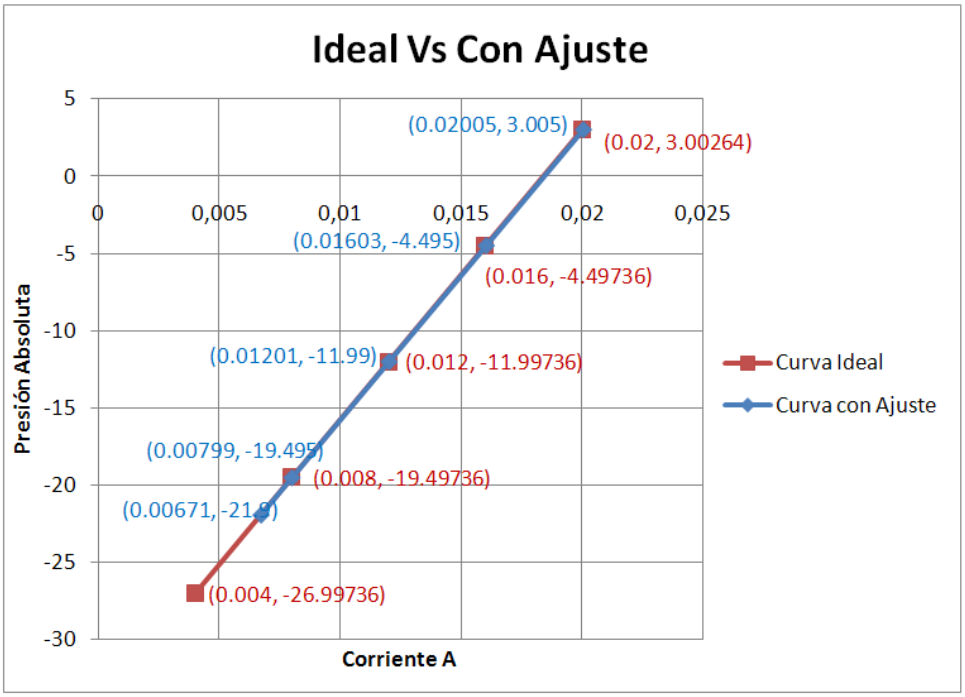


Figura 22. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste.

6 TRANSMISOR DE NIVEL CON PRESIÓN DIFERENCIAL FOXBORO TANQUE ABIERTO

Dispositivo de medición de nivel con presión diferencial con toma a la atmosfera. Para el cual se va realizar a continuación el estándar de mantenimiento.

6.1 Alcance y campo de aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje mantenimiento, calibración, ajuste, configuración, limpieza y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de los transmisores de nivel con presión diferencial para tanques abiertos es del Departamento Eléctricos a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de nivel con presión diferencial instalados en el Ingenio Risaralda.

6.2 Consideración de montaje

El montaje del transmisor soporta el proceso en tubería (ver Figura 23).

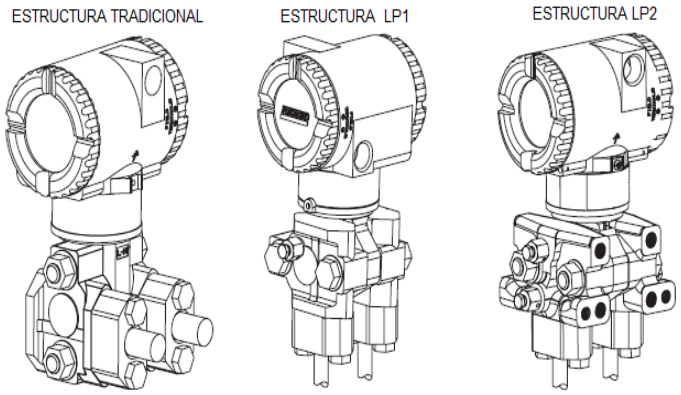


Figura 23. Montajes del Transmisor.[1]

6.2.1 Montaje en tubería o superficial

El montaje del transmisor en tubería o superficial, usa el estándar de montaje Bracket set (ver Figura 24, 25, 26, 27 y 28).

[1] FOXBORO, *I/A Series Pressure Transmitters, IDP10 Differential Pressure with 4 to 20 mA Output Signal, Installation, Operation, Calibration, Configuration, and Maintenance,* MI IDP10-A, October 2007, pag.9.[11]

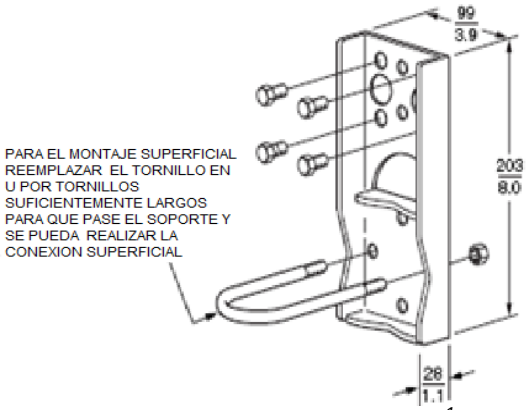


Figura 24. Montaje Estándar.[1]

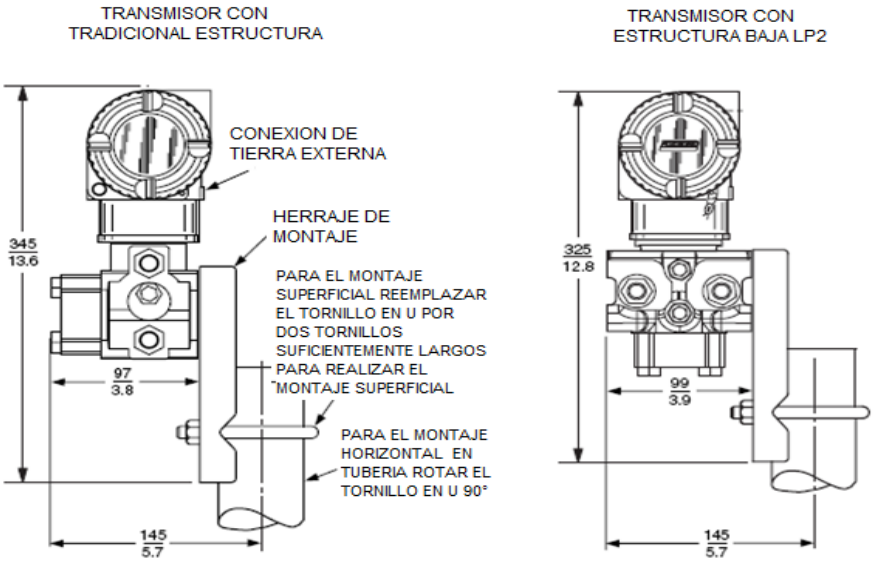


Figura 25. Montaje Bracket kit.[2]

[1] FOXBORO, *I/A Series Premium Performance Transmitters Model IDP50 for Differential and Gauge Presssure Measurement w/FoxCom, Hart, or Foundation Fieldbus Communications, Pss 2A-1C14L, 2007*, pag.28. [12]

[2] FOXBORO, *I/A Series Premium Performance Transmitters Model IDP50 for Differential and Gauge Presssure Measurement w/FoxCom, Hart, or Foundation Fieldbus Communications, Pss 2A-1C14L, 2007*, pag.28. [12]

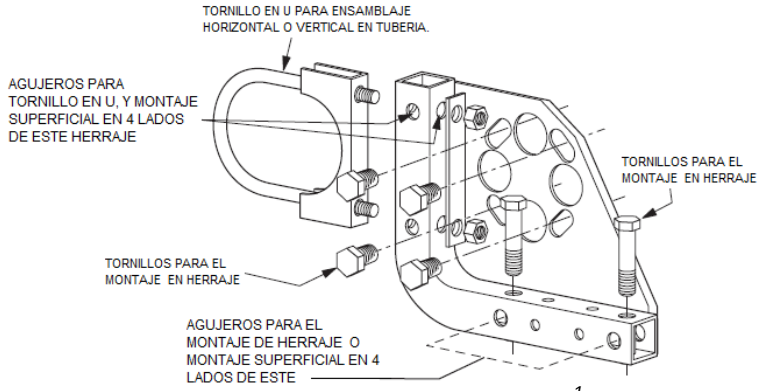


Figura 26. Montaje en Herraje.[1]

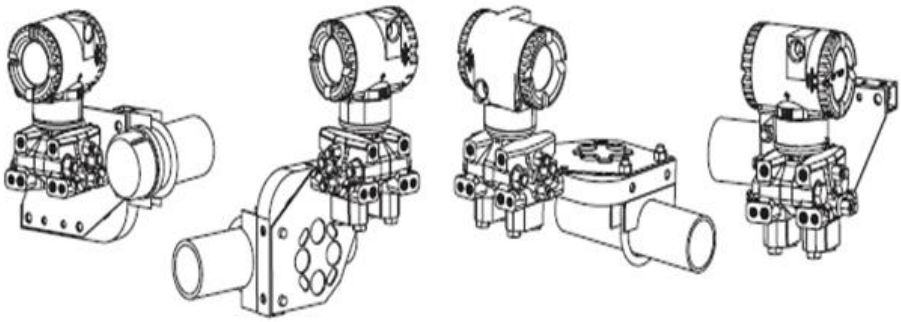


Figura 27. Montaje en tubería horizontal.[2]

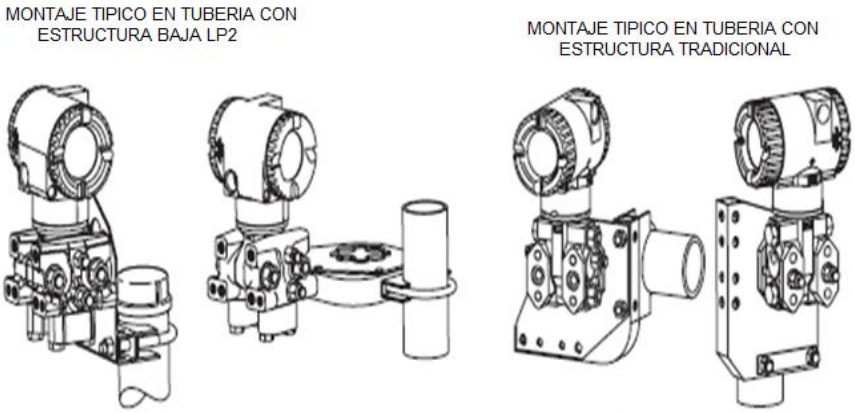


Figura 28. Montaje en tubería.[3]

[1] FOXBORO, *I/A Series Premium Performance Transmitters Model IDP50 for Differential and Gauge Presssure Measurement w/FoxCom, Hart, or Foundation Fieldbus Communications, Pss 2A-1C14L, 2007*, pag.29. [12]

[2] FOXBORO, *I/A Series Premium Performance Transmitters Model IDP50 for Differential and Gauge Presssure Measurement w/FoxCom, Hart, or Foundation Fieldbus Communications, Pss 2A-1C14L, 2007*, pag.29. [12]

[3] FOXBORO, *I/A Series Premium Performance Transmitters Model IDP50 for Differential and Gauge Presssure Measurement w/FoxCom, Hart, or Foundation Fieldbus Communications, Pss 2A-1C14L, 2007*, pag.29. [12]

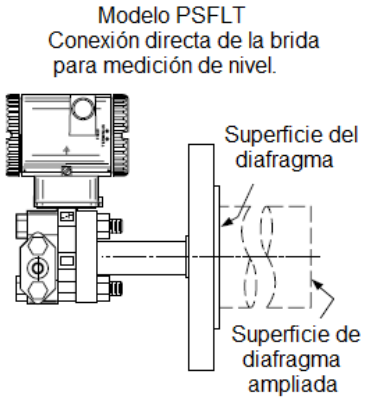


Figura 29. Montaje de nivel.[1]

6.3 Casos de aplicación para sellos separadores

Los sistemas con sello separador conviene aplicarlos cuando es aconsejable o imprescindible establecer una separación física entre el fluido a medir y el instrumento (ver Figura 29), por los motivos siguientes:

•La **temperatura del fluido** está fuera de los límites especificados para el transmisor.
• El fluido es **corrosivo,** con lo que requiere un material de membrana no disponible en transmisores.
• El fluido presenta **alta viscosidad** o **contiene sólidos en suspensión,** lo que taponaría las cámaras de medida del transmisor.
• El fluido puede congelarse en las cámaras de medida o en la tubería de impulsos.
• El fluido es **heterogéneo y fibroso.**
• El fluido tiende a polimerizar o cristalizar.
• El proceso requiere sellos separadores con **cierre rápido**, como los que exige p. ej. La industria alimentaria para fines de limpieza rápida.
• El proceso requiere limpiar el punto de medida.

6.4 Nivel de llenado

Antes del montaje controle si el transmisor está diseñado conforme a las condiciones de servicio (material, longitud del sensor de medición, margen de medición).

El punto de montaje debe ser de fácil acceso y exento de vibraciones. Las temperaturas ambiente admisibles no se deben exceder. Proteja el transmisor

[1] FOXBORO, Pressure Seals for Use with *I/A Series Presssure Transmitters, Pss 2A-1Z11A, 2001/3*, pag.6. [13]

contra la radiación térmica, variaciones bruscas de temperatura, suciedad y deterioros mecánicos.

La altura en la que está dispuesta la brida del depósito para recibir el transmisor (punto de medición) debe seleccionarse de forma que el nivel mínimo de líquido a medir se encuentre siempre por encima de la brida o su arista superior (ver Figura 30).

Cálculo típico de nivel

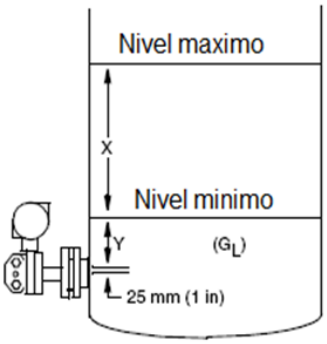


Figura 30. Transmisor conectado a tanque abierto.[1]

Para el rango de un transmisor con el tanque abierto se tiene lo siguiente:

$$Span = (X) * (Gl) \quad (15)$$

$$H_{W_{min}} = (Y)(Gl) \quad (16)$$

$$H_{W_{max}} = (X + Y) * (Gl) \quad (17)$$

Donde

$X = Nivel\ maximo$
$Y = Nivel\ minimo$
$Gl = Gravedad\ especifica$

6.5 Herramientas

Las herramientas utilizadas para este tipo de transmisor son:(llave paratubo, dos llaves peston 10", teflón, racores 8mm, manómetro patrón, bomba hidráulica, atornillador de pala, atornillador de estría, multímetro, cinta Aislante, extensión eléctrica, escalera, arnés "Se debe revisar que los componentes del arnés estén en buen estado", Cinta para señalización, andamio "Solo hasta 4 cuerpos y debe estar sujeta", racores, calibrador de presión (Ametek ó Ashcroft), Hand Held Foxboro, Honeywell o Hart según tipo de transmisor.

[1] FOXBORO, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, MI 020-369, March 2007*, pag.17. [14]

NOTA: Recuerde que una mala utilización y el inadecuado uso de las herramientas causan deterioro en las piezas y posibles accidentes.

6.6 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Ubicar la tarjeta donde se encuentra conectado el transmisor, coordinando con el supervisor de instrumentación.
- PARTE ELECTRICA: Señal de control 4 a 20 mA
- EXTERNA: Conexión a toma de presión.
- FUNCIONAL: Señal del transmisor - datos en el I/A. “Rango y señal de proceso”
- Ubicación física del transmisor.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos si son necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario del cuarto de control el desmontaje del equipo
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base, para recordar instalación inicial y su ubicación.
- Desconexión del transmisor en la tarjeta y aislamiento, realizado por instrumentistas de turno.
- Desconexión eléctrica y cierre de la válvula de bloqueo.
- Desconexión de la tubería.

Duración del desmontaje → **2 horas**

6.7 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado cualquier golpe, rayón o movimiento brusco puede ocasionar daños graves; si es posible taparlo o empacarlo.
- Procure llevar únicamente el instrumento, es posible que el maletín de la herramienta o cualquier otro artefacto que tenga dificulte el traslado y ocasione daños.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte → **20 Minutos**

6.8 Mantenimiento General

El mantenimiento general se divide en tres partes:

- Limpieza general.→ Tiempo estimado 30 minutos
- Configuración.→ Tiempo estimado 1 horas
- Calibración y ajuste.→ Tiempo estimado 1 ½ horas
- Calibración final

6.9 Limpieza general

- Se realiza limpieza externa al transmisor “Informar cualquier anomalía al supervisor de instrumentación”.

6.10 Configuración

La configuración se hace por medio del Hand Held (ver Figura 33), se debe tener en cuenta la conexión del Hand Held (ver Figura 31).

Para verificar la configuración del L/T se debe conocer los siguientes datos:

- Rango de medida en el I/A (normalmente de 0 to 100%)
- Cálculo del rango de trabajo en campo (ver figura 30).

Este transmisor de D/P es utilizado para medir nivel en un tanque abierto, la toma de alta se conecta a la parte inferior del tanque y la toma de baja se deja a la atmósfera (ver Figura 32).

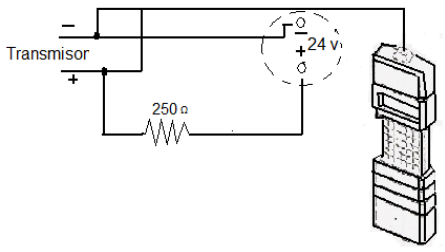


Figura 31. Conexión usando Hand Held.

6.11 Calibración

- Realizar conexión neumática y eléctrica (ver Figura 32).

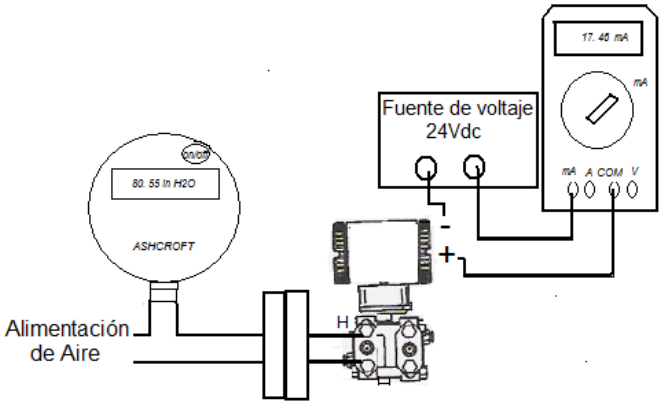


Figura 32. Montaje típico de Calibración.

- Realizar tabla de ideal de calibración (ver Tabla 7).

PORCENTAJE	in H_2O	FLUKE mA
0 %	0	4.0
25%	15.5	8.0
50 %	31	12.0
75 %	46.5	16.0
100%	62	20.0

Tabla 7. Calibración ideal del transmisor de nivel.

- Se inyecta presión en inH_2O teniendo como calibrador el patrón Ashcroft.
- Se registran datos de corriente en la tabla de calibración y se calcula el error en mA y en inH2O (ver Tabla 8).

Patrón ASHCROFT inH_2O	Display inH_2O	Fluke 79 III "mA"
0.31	0.52	4.12
15.7	16.2	8.24
31.0	31.6	12.61
46.6	47.3	16.31
62.3	63.1	20.2

Tabla 8. Calibración del transmisor de nivel.

NOTA: Este transmisor cuenta con display por lo tanto la tabla se realiza con medida de corriente y medida tomada en display.

- Se comparan datos registrados con tabla de calibración ideal.
- Se realiza ajuste de Zero y Span, si es necesario.

6.12 Ajuste

El ajuste se puede realizar a través de muchos métodos, el más convencional es utilizando el Hand Held (ver Figura 33).

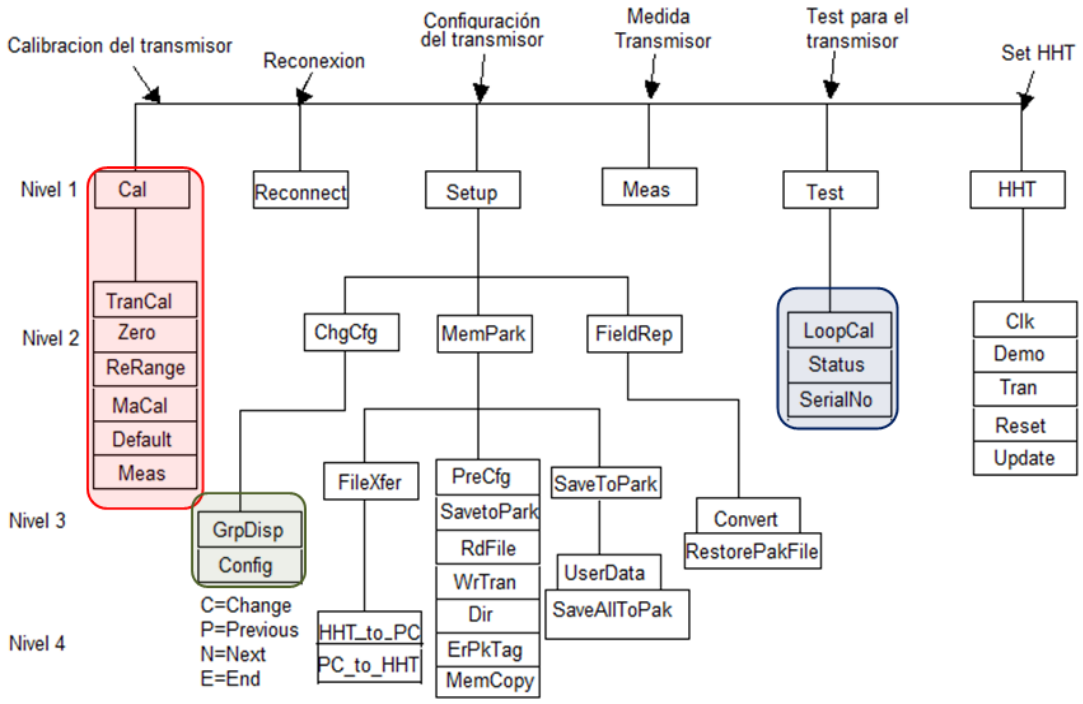


Figura 33. Diagrama funcional del Hand Held.

- Permite realizar los ajustes de Zero, Span y cambiar el rango de trabajo.
- Permite calibrar el lazo de corriente y diagnosticar el estado del Transmisor.
- Se observa los parámetros de configuración, sin efectuar ningún cambio.

Si es necesario se cambia el rango de presión, a una presión más facil de obtener en banco de trabajo para luego realizar el ajuste de este, despues de realizarse el ajuste, se reranguea a los valores originales y se hace tabla de calibración final (ver Tabla 9).

Patrón ASHCROFT inH_2O	Display inH_2O	Fluke 79 III "mA"
0.30	0.41	4.01
15.6	15.67	8.00
31.0	31.3	12.02
46.6	46.9	16.03
62.0	62.5	20.02

Tabla 9. Calibración del transmisor de nivel después del ajuste.

6.13 Montaje

- Se coordina con el supervisor y con el operador el montaje del transmisor.
- Conexión mecánica del transmisor.
- Conexión eléctrica del transmisor en campo.
- Se abre válvula de bloqueo.
- Sello con la fecha del mantenimiento.
- Protección con película de plástico.
- Conexión señal eléctrica en el sistema de control por instrumentista de turno en coordinación con el Supervisor de Instrumentación.
- Hacer seguimiento con operador de proceso al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje → **2 horas**

6.14 Verificación

Se mostrará las curvas de calibración del transmisor de nivel tanque abierto con presión diferencial en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 34).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 35).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 36).

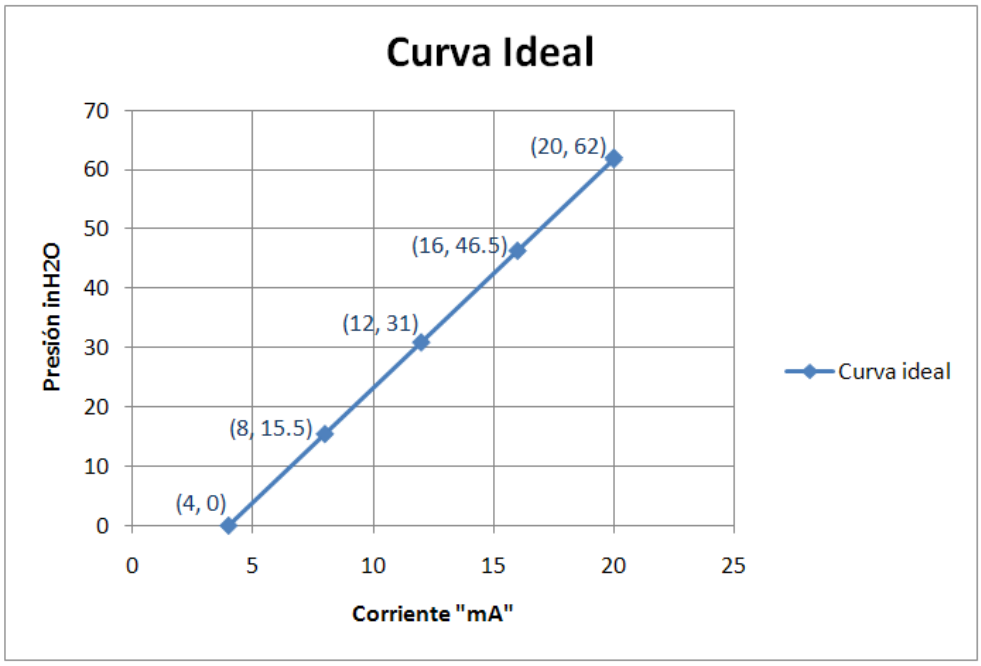


Figura 34. Curva Ideal de Calibración.

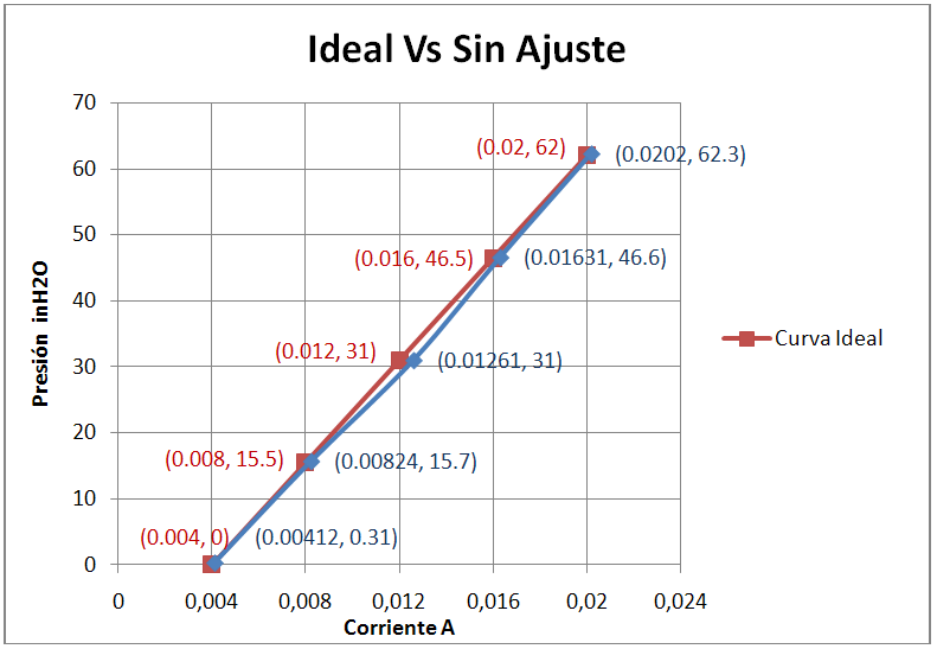


Figura 35. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste.

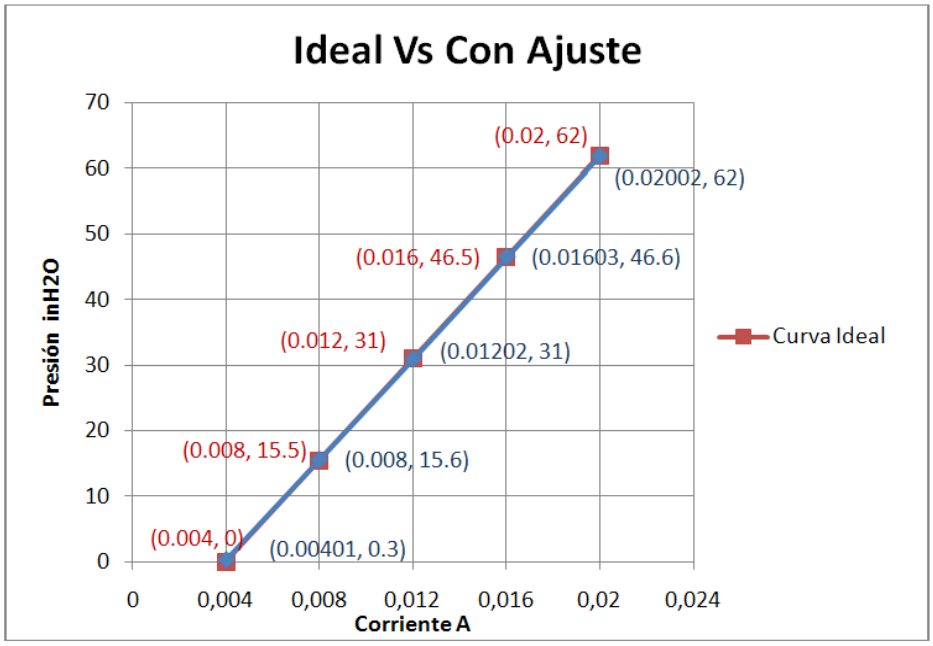


Figura 36. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste.

7 ESTANDARIZACIÓN MANTENIMIENTO TRANSMISOR DE NIVEL CON D/P DOBLE SELLO REMOTO

Dispositivo de medición de nivel con presión diferencial doble capilar. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

7.1 Alcance y campo de aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje mantenimiento, calibración, ajuste, configuración, limpieza de tomas y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de los transmisores de nivel con D/P doble sello remoto es del Departamento Eléctricos a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de nivel con D/P doble sello remoto bridado Foxboro instalados en el Ingenio Risaralda.

7.2 Consideraciones de montaje transmisor de presión diferencial con sello

Los sellos de presión mostrados en la Figura 37, 38, 39, 40 y 41, son usados en un Transmisor de presión diferencial en estructuras tradicionales. Estos sensores no pueden ser reemplazados por tanto se debe realizar el cambio del transmisor junto con el sensor (ver Figura 43).

7.3 Casos de aplicación para sellos separadores

Los sistemas con sello separador conviene aplicarlos cuando es aconsejable o imprescindible establecer una separación física entre el fluido a medir y el instrumento por los motivos siguientes:

•La **temperatura del fluido** está fuera de los límites especificados para el transmisor.
• El fluido es **corrosivo,** con lo que requiere un material de membrana no disponible en transmisores.
• El fluido presenta **alta viscosidad** o **contiene sólidos en suspensión,** lo que taponaría las cámaras de medida del transmisor.
• El fluido puede congelarse en las cámaras de medida o en la tubería de impulsos.
• El fluido es **heterogéneo y fibroso.**
• El fluido tiende a polimerizar o cristalizar.
• El proceso requiere sellos separadores con **cierre rápido**, como los que exige p. ej. La industria alimentaria para fines de limpieza rápida.
• El proceso requiere limpiar el punto de medida.

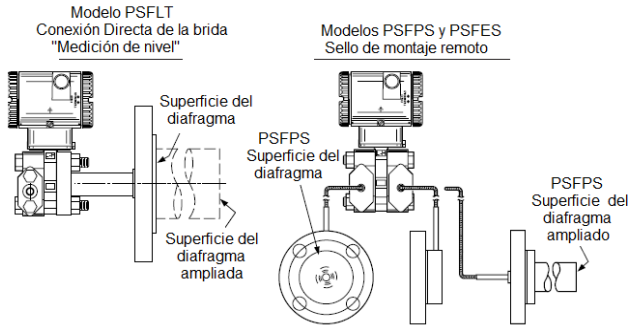


Figura 37. Montaje con sellos separadores modelos PSFLT y PSFPS.[1]

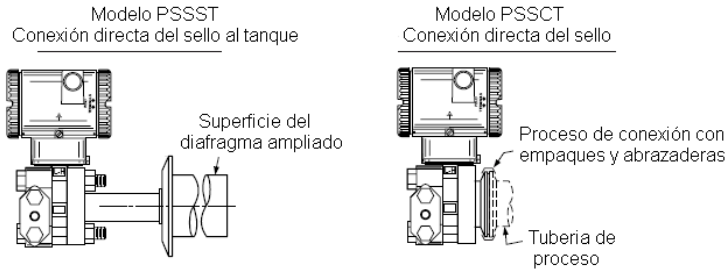

Modelo PSSST
Conexión directa del sello al tanque
Modelo PSSCT
Conexión directa del sello
Superficie del diafragma ampliado
Proceso de conexión con empaques y abrazaderas
Tuberia de proceso

Figura 38. Montaje con sellos separadores modelos PSSST y PSSCT.[2]

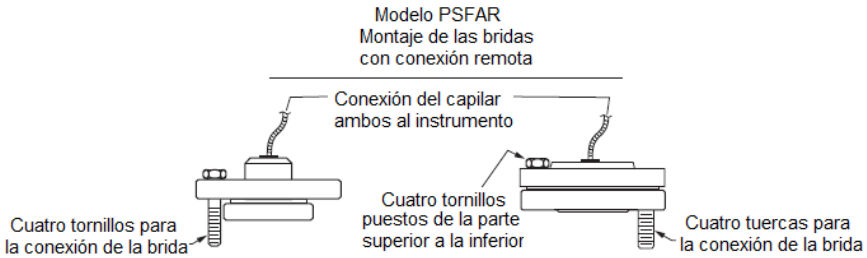


Figura 39. Montaje con sellos separadores modelos PSFAR.[3]

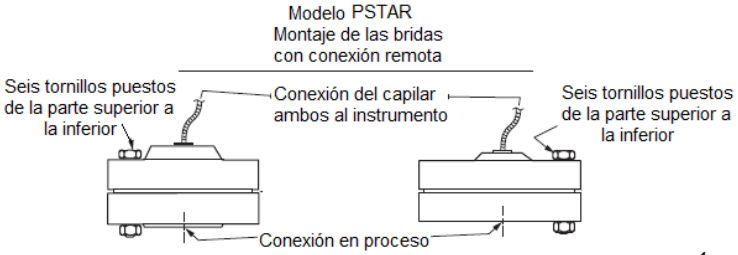


Figura 40. Montaje con sellos separadores PSTAR.[4]

---

[1] FOXBORO, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, PSS2A-1Z11 A, 2001-2003*, pag.6, 11. [13]
[2] FOXBORO, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, PSS2A-1Z11 A, 2001-2003*, pag.34. [13]
[3] FOXBORO, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, MI 020-369*, March 2007, pag.11. [14]
[4] FOXBORO, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, MI 020-369*, March 2007, pag.11. [14]

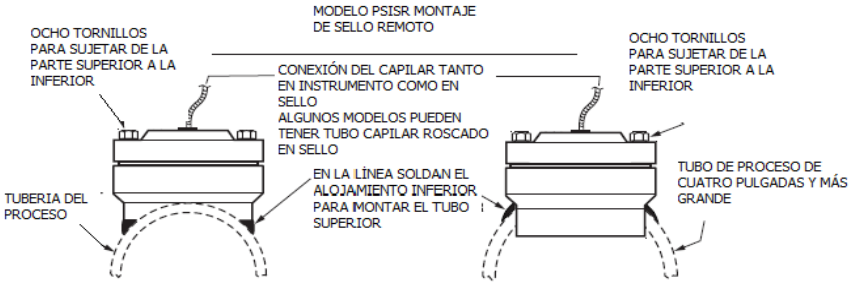

MODELO PSISR MONTAJE DE SELLO REMOTO
OCHO TORNILLOS PARA SUJETAR DE LA PARTE SUPERIOR A LA INFERIOR
CONEXIÓN DEL CAPILAR TANTO EN INSTRUMENTO COMO EN SELLO
ALGUNOS MODELOS PUEDEN TENER TUBO CAPILAR ROSCADO EN SELLO
OCHO TORNILLOS PARA SUJETAR DE LA PARTE SUPERIOR A LA INFERIOR
TUBERIA DEL PROCESO
EN LA LÍNEA SOLDAN EL ALOJAMIENTO INFERIOR PARA MONTAR EL TUBO SUPERIOR
TUBO DE PROCESO DE CUATRO PULGADAS Y MÁS GRANDE

Figura 41. Montaje con sellos separadores modelo PSISR.[1]

7.4 Configuración

Para verificar la configuración del L/T se debe conocer los siguientes datos:

- Rango de medida en el I/A (normalmente de 0 to 100%)
- Cálculo del rango de trabajo en campo (ver Figura 42).

Fórmulas para encontrar valores de calibración

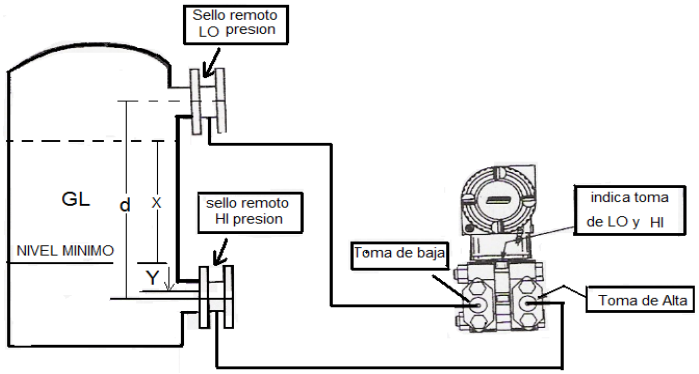


Figura 42. Montaje nivel con doble sello remoto.

$$Span = (X) * (Gl) \quad (18)$$

$$H_{W_{min}} = (Y) * (Gl) - (d) \quad (19)$$

$$H_{W_{max}} = (X + Y) * (Gl) - (d) \quad (20)$$

Donde

$X = Nivel\ maximo\ o\ Span.$
$Y = Nivel\ minimo\ Zero.$
$Gl = Densidad\ del\ liquido.$
$d = distancia\ entre\ sellos.$

[1] FOXBORO, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, MI 020-369*, March 2007, pag.13. [14]

7.5 Herramientas

Las herramientas utilizadas para este tipo de transmisor son: 2 llaves boca fija 15/16, llave de tubo, 2 llaves peston, teflón, 6 racores, manómetro patrón, bomba hidráulica, atornillador, Multímetro, cinta Aislante, extensión eléctrica, escalera, arnés “Se debe revisar que los componentes del arnés estén en buen estado”, cinta Aislante, Cinta para señalización, andamio “Solo hasta 4 cuerpos y debe estar sujeta”, calibrador de presión (Ametek ó Ashcroft), Hand Held Foxboro, Honeywell o Hart 375 según tipo de transmisor.

NOTA: Recuerde que una mala utilización y el inadecuado uso de las herramientas causan deterioro en las piezas y posibles accidentes.

7.6 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario del cuarto de control.
- Ubicar la tarjeta donde se encuentra conectado el transmisor, coordinando con el supervisor de instrumentación.
- PARTE ELÉCTRICA: Señal de control 4 a 20 mA
- EXTERNA: Conexión a toma de presión.
- FUNCIONAL: Señal del transmisor - datos en el I/A “Rango y señal en proceso”.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario del cuarto de control el desmontaje del equipo.
- Verificar el nivel del tanque para poder realizar la desconexión del transmisor.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base, para recordar instalación inicial y su ubicación.
- Desconexión del transmisor en la tarjeta realizado por instrumentista de turno.
- Desconexión eléctrica en campo.
- Cierre de válvulas de bloqueo, para sacar de funcionamiento el transmisor.
- Desconexión mecánica de la tomas.

Duración del desmontaje → **2horas 30 Minutos**

7.7 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado cualquier golpe, rayón o movimiento brusco puede ocasionar daños graves; si es posible taparlo o empacarlo. (Tener especial cuidado con el capilar y los sellos.
- Procure llevar únicamente el instrumento, es posible que el maletín de la herramienta o cualquier otro artefacto que tenga dificulte el traslado y ocasione daños.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte → **20 Minutos**

7.8 Limpieza general

- Limpieza externa general al transmisor y sensor.
- Desensamble interno para limpieza general, se sopletea y se realiza ensamblaje nuevamente. Informar cualquier anomalía al supervisor de instrumentación.

7.9 Mantenimiento General

El mantenimiento general se divide en cuatro partes
- Limpieza general.
- Configuración.
- Calibración.
- Ajuste. “Calibración Final”

Tiempo estimado para esta labor→**3 horas**

7.10 Calibración

La calibración del instrumento se realiza usando el siguiente montaje (ver Figura 44).

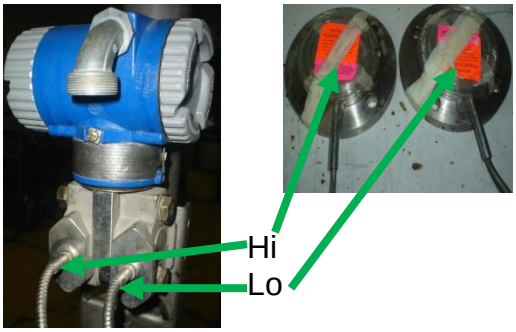


Figura 43. Transmisor de presión diferencial.

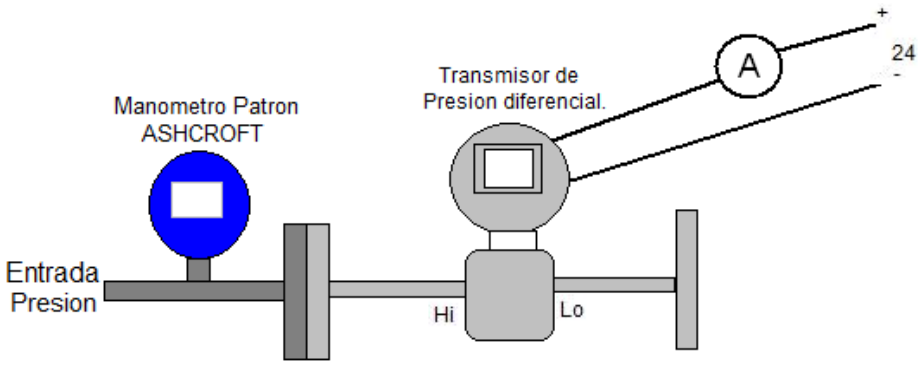


Figura 44. Montaje para realizar Calibración.

Para realizar el procedimiento de calibración se debe tener el rango al cual el transmisor se encuentra programado, para esto realizamos el siguiente procedimiento (ver Figura 45):

- Click en NEXT “Hasta visualizar VIEW”
- Click en VIEW
- Click en ENTER
- Click en NEXT “varias veces para visualizar todos los parámetros configurados, cuando en este se visualice en exit ”
- Click en ENTER

Nota: Si el transmisor no tiene display local se debe utilizar la interfaz manual de programación Hand Held Terminal o Hart según el transmisor.

Figura 45. Transmisor por presión diferencial.

7.11 Procedimiento de Calibración

Ejemplo: Rango de Calibración del transmisor de 0 a 87PSI.
P. Atmosférica = 13.26PSI= 26.99736inHg. Dato suministrado por Metrología.

- Se determinan los puntos de calibración según rango del proceso (ver Tabla 10).

Corriente "mA"	Presión diferencial ideal "PSI"
4.00	0
8.00	21.75
12.00	43.5
16.00	65.25
20.00	87

Tabla 10. Ideal de Calibración "transmisor de nivel doble sello".

- Se introduce presión positiva por la parte alta del transmisor (ver Figura 44), para luego tomar datos de calibración (ver Tabla 11).

Patrón ASHCROFT "Manométrica"	Display Transmisor "Diferencial"	Display Transmisor "mA"	ΔError P.A_ideal-Display_Tx
0	0.065	4.02	0.065
21.75	21.778	8.02	0.028
43.5	43.375	11.99	-0.125
65.25	65.127	15.99	-0.123
87.00	86.733	19.98	-0.261

Tabla 11. Datos obtenidos de Calibración "transmisor de nivel doble sello".

Si hay error en la medida se requiere reajustar el transmisor

7.12 Configuración y Ajuste utilizando el Hand Held

El ajuste se puede realizar a través de muchos métodos, el más convencional es utilizando el Hand Held Terminal ver Figura 46.

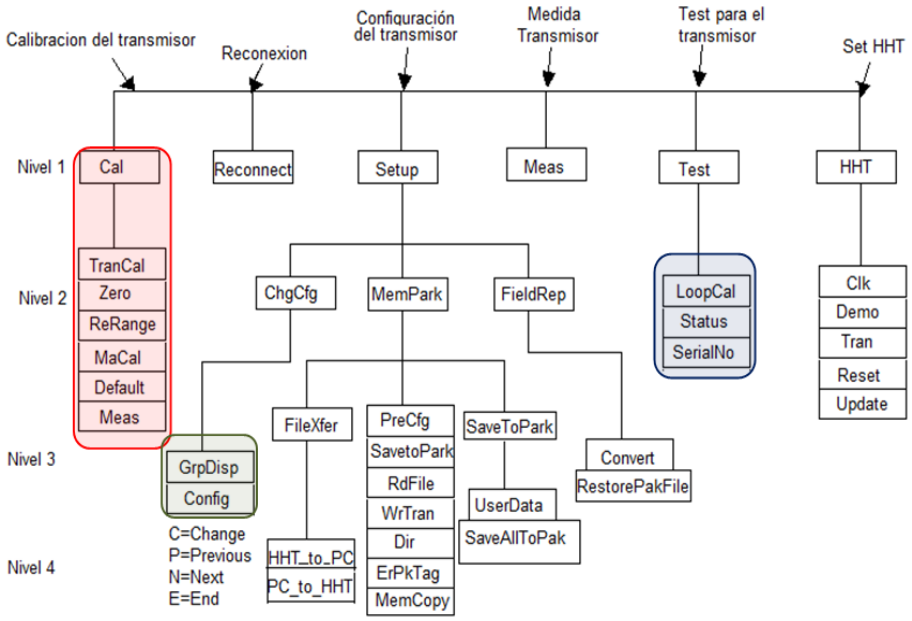


Figura 46. Diagrama funcional del Hand Held.

- Permite realizar los ajustes de Zero, Span y cambiar el rango de trabajo.
- Permite calibrar el lazo de corriente y diagnosticar el estado del Transmisor.
- Se observa los parámetros de configuración, sin efectuar ningún cambio.

Si se requiere cambiar el rango de presión a una presión más facil de trabajo para luego realizar el ajuste de este, despues de dicho ajuste, se reranguea a los valores originales y se hace la tabla de calibración final.

7.13 Montaje

- Se coordina con el supervisor y con el operador el montaje del transmisor.
- Conexión mecánica del transmisor.
- Conexión eléctrica del transmisor en campo.
- Sello con la fecha del mantenimiento.
- Abrir las válvulas de bloqueo, para poner en funcionamiento el transmisor.
- Protección con película de plástico.
- Conexión eléctrica del transmisor en el I/A realizado por instrumentista de turno en coordinación con el supervisor de instrumentación.
- Hacer seguimiento con el operador al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje → **2horas 30 Minutos**

7.14 Verificación

Se monstrará las curvas de calibración del transmisor de nivel doble sello remoto en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 47).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 48).

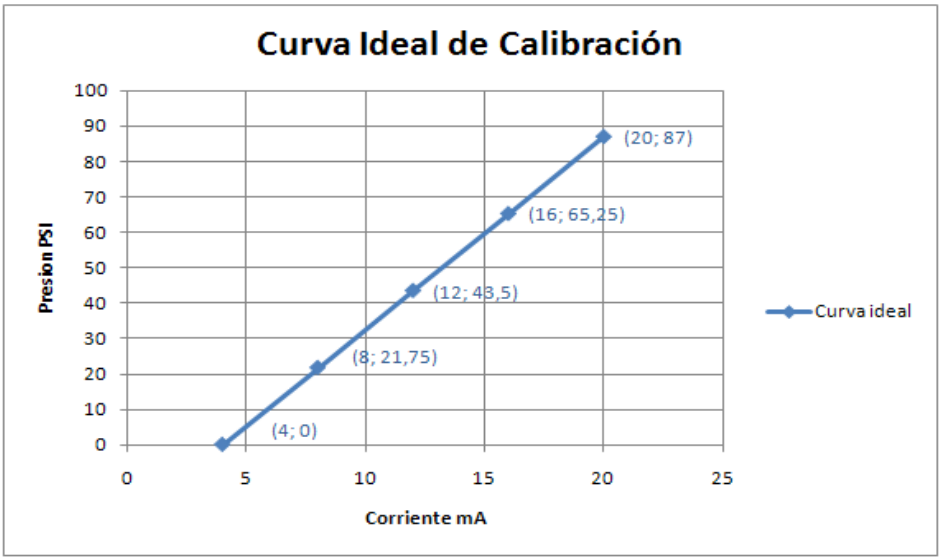


Figura 47. Curva Ideal de Calibración.

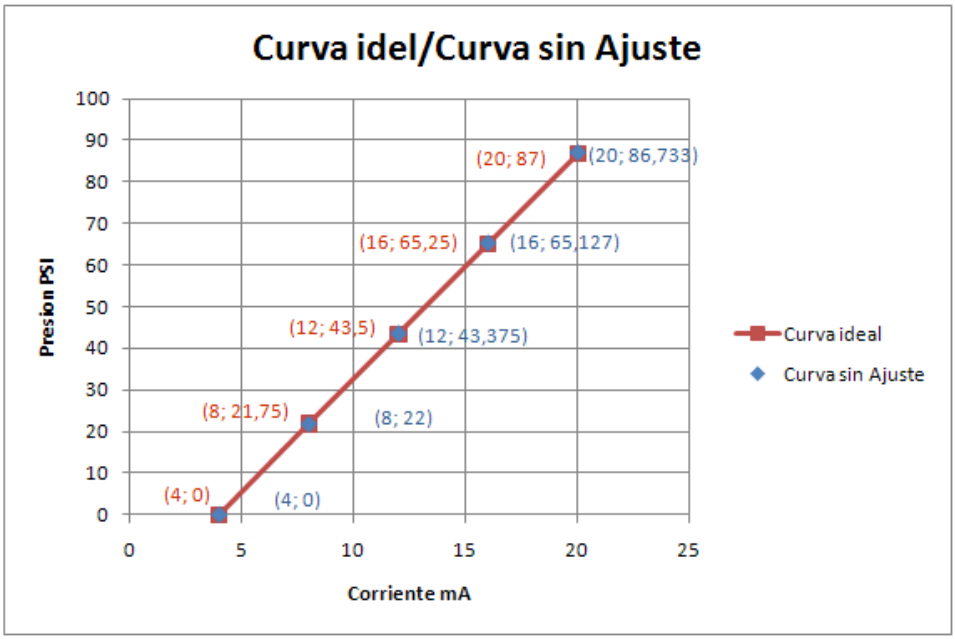


Figura 48. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste.

8 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE NIVEL con pierna húmeda "presión diferencial"

Dispositivo de medición de nivel con presión diferencial y pierna húmeda. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

8.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje mantenimiento, calibración, ajuste, configuración, limpieza y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de los transmisores de nivel con pierna humedad tanque cerrado es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de nivel con pierna humedad (ver Figura 54) Foxboro instalados en el Ingenio Risaralda.

8.2 Consideraciones de Montaje

El transmisor soporta un bypass Manifold. El bypass Manifold puede ser montado a un DN50 o en una tubería de 2 pulgadas con una opción de montaje Bracket (ver Figuras 49, 50, 51 y 52).

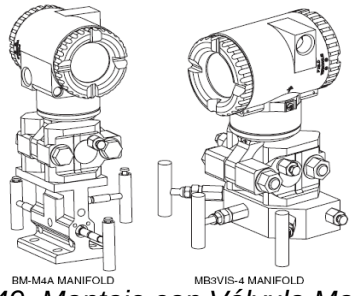


Figura 49. Montaje con Válvula Manifold.[1]

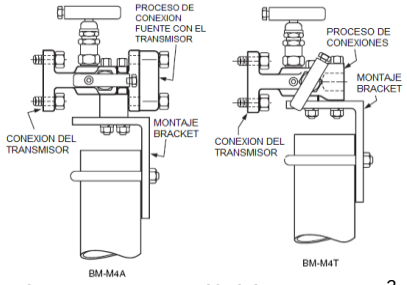


Figura 50. Manifold BM-M4T.[2]

[1] FOXBORO, *I/A Series Pressure Transmitters Models IAP10, IAP20, IGP10, IGP20, IGP25 and IGP50, IDP10, IDP25, IDP50, MI 020-359*, March 2007, pag.20. [15]
[2] FOXBORO, *I/A Series Pressure Transmitters Models IAP10, IAP20, IGP10, IGP20, IGP25 and IGP50, IDP10, IDP25, IDP50, MI 020-359*, March 2007, pag.21. [15]

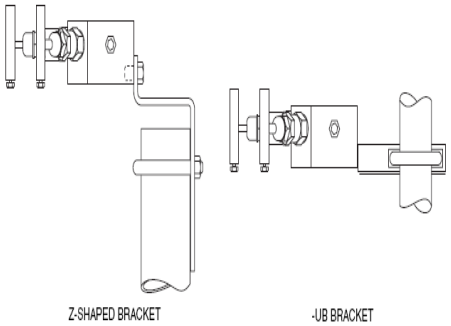


Figura 51. Manifold Z-SHAPED y UB BRACKET.[1]

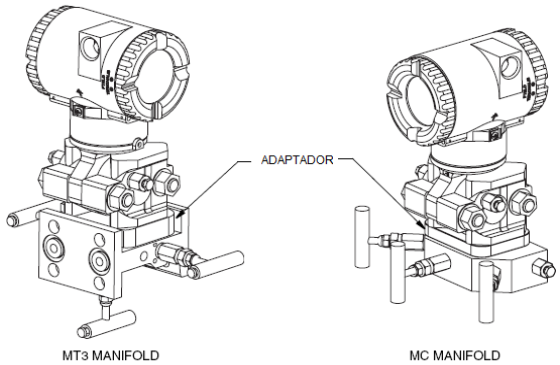


Figura 52. Montaje del transmisor "Coplanar Manifold".[2]

8.3 Casos de Aplicación para Sellos Separadores

Los sistemas con sello separador conviene aplicarlos cuando es aconsejable o imprescindible establecer una separación física entre el fluido a medir y el instrumento (ver Figura 53) por los motivos siguientes:

•La **temperatura del fluido** está fuera de los límites especificados para el transmisor.
• El fluido es **corrosivo,** con lo que requiere un material de membrana no disponible en transmisores.
• El fluido presenta **alta viscosidad** o **contiene sólidos en suspensión,** lo que taponaría las cámaras de medida del transmisor.
• El fluido puede congelarse en las cámaras de medida o en la tubería de impulsos.
• El fluido es **heterogéneo y fibroso.**
• El fluido tiende a polimerizar o cristalizar.
• El proceso requiere sellos separadores con **cierre rápido**, como los que exige p. ej. La industria alimentaria para fines de limpieza rápida.

[1] FOXBORO, *I/A Series Pressure Transmitters Models IAP10, IAP20, IGP10, IGP20, IGP25 and IGP50, IDP10, IDP25, IDP50, MI 020-359*, March 2007, pag.21. [15]
[2] FOXBORO, *I/A Series Pressure Transmitters Models IAP10, IAP20, IGP10, IGP20, IGP25 and IGP50, IDP10, IDP25, IDP50, MI 020-359*, March 2007, pag.22. [15]

• El proceso requiere limpiar el punto de medida.

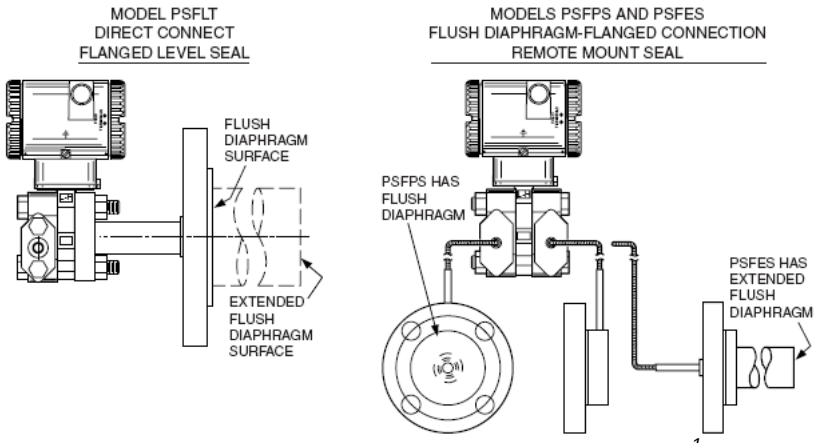


Figura 53. Montaje del transmisor con sellos.[1]

8.4 Montaje pierna húmeda

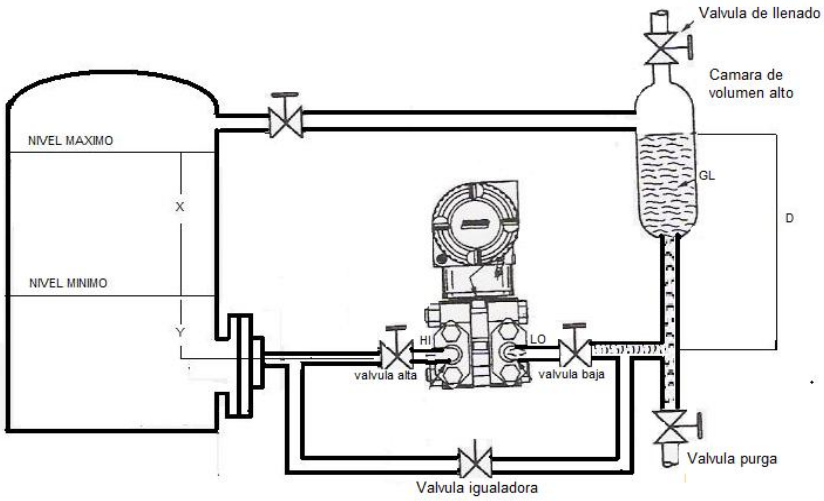


Figura 54. Montaje pierna húmeda.

Fórmulas para encontrar valores de calibración

$$Span = (X) * (Gl) \qquad (21)$$

$$H_{W_{min}} = (Y) * (d) - (D) * (Gs) \qquad (22)$$

$$H_{W_{max}} = (X + Y) * (d) - (D) * (Gs) \qquad (23)$$

[1] FOXBORO, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, PSS2A-1Z11 A, 2001-2003*, pag.6, 11. [13]

Donde:

$$X = Nivel\ \ Span$$
$$Y = Nivel\ \ Zero$$
$$Gl = Densidad\ del\ líquido\ \ de\ la\ pierna$$
$$d = Densidad\ del\ líquido\ en\ el\ tanque$$
$$D = Altura\ de\ la\ pierna\ húmeda$$

8.5 Manejo Display local

Display local en el transmisor de nivel Foxboro (ver Figura 55).

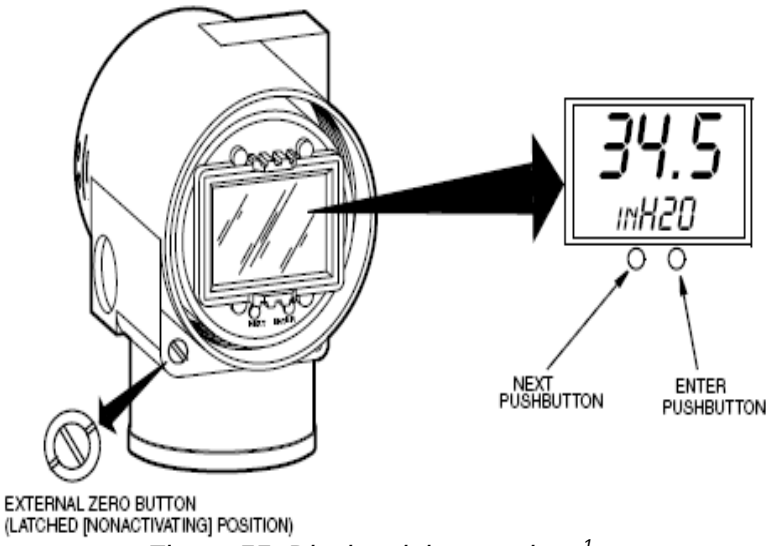


Figura 55. Display del transmisor.[1]

El display cuenta con dos líneas de información, la línea superior es de 5 dígitos numéricos y la línea de abajo con 7 dígitos alfanuméricos. Para explorar los diferentes ítems que componen el menú principal lo hacemos presionando NEXT BOTON.

[1] FOXBORO, *I/A Series Pressure Transmitters IDP10 Differential Pressure with FoxCom Communication, MI IDP10-D, October 2007*, pag.31. [16]

Este es el esquema del menú principal.

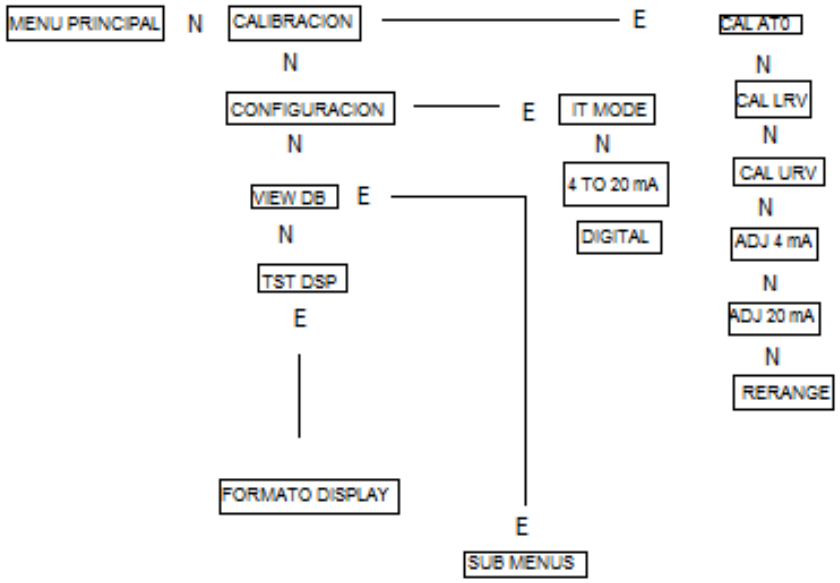


Figura 56. Menú principal.

- Se entra al menú de calibración y se coloca el valor de URV y LRV.
- Se configura salida de 4 a 20 mA.
- Se configura unidades de medida.
- Se realiza tabla de calibración ideal como referencia.

8.6 Herramientas

Las herramientas utilizadas para este tipo de transmisor son: 2 llaves boca fija 15/16, llave paratubo, 2 llaves peston, teflón, 6 racores, manómetro patrón, bomba hidráulica, atornillador, multímetro, cinta Aislante, extensión eléctrica, escalera, arnés “Se debe revisar que los componentes del arnés estén en buen estado”, cinta Aislante, Cinta para señalización, andamio “Solo hasta 4 cuerpos y debe estar sujeta”, calibrador de presión (Ametek ó Ashcroft), Hand Held Foxboro o interfaz Hart 375 según tipo de transmisor.

NOTA: Recuerde que una mala utilización y el inadecuado uso de las herramientas causan deterioro en las piezas y posibles accidentes.

8.7 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Ubicar la tarjeta donde se encuentra conectado el transmisor, coordinando con supervisor de instrumentación.

- PARTE ELÉCTRICA: Señal de control 4 a 20 mA
- EXTERNA: Conexión a toma de presión.
- FUNCIONAL: Señal del transmisor - datos en el I/A. “Rango y señal en proceso”
- Ubicación física del transmisor.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario del cuarto de control el desmontaje del equipo.
- Verificar el nivel del tanque para poder realizar la desconexión del transmisor.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base, para recordar instalación inicial y su ubicación.
- Desconexión del transmisor en la tarjeta realizado por instrumentista de turno.
- Desconexión eléctrica en campo.
- Cierre de válvulas de bloqueo, para sacar de funcionamiento el transmisor.
- Si el transmisor posee Manifold.
  Cerrar válvula de Alta (H), Abrir válvula igualadora, cerrar válvula baja (L).
- Abrir la válvula para purgar la pierna.
- Desconexión de la tubería.

Duración del desmontaje → **2horas 30 Minutos**

8.8 Limpieza general

- Limpieza externa general al transmisor y sensor.
- Desensamble interno para limpieza general, se sopletea y se realiza ensamblaje nuevamente. “Informar cualquier anomalía observada al supervisor de instrumentación”.

8.9 Calibración

- Se realiza conexión eléctrica (ver Figura 58), para luego realizar la conexión neumática (ver Figura 57).
- Se debe conocer el rango al cual se encuentra programado, para hacer tabla ideal.

  Ejemplo: Para un rango URV=-17inH_2O y LRV=-91inH_2O (ver Tabla 12).

inH_2O	Salida “mA”
-17.0	20.0
-35.5	16.0
-54.0	12.0
-72.5	8.0
-91.0	4.0

Tabla 12. Ideal de Calibración “transmisor de nivel pierna húmeda”.

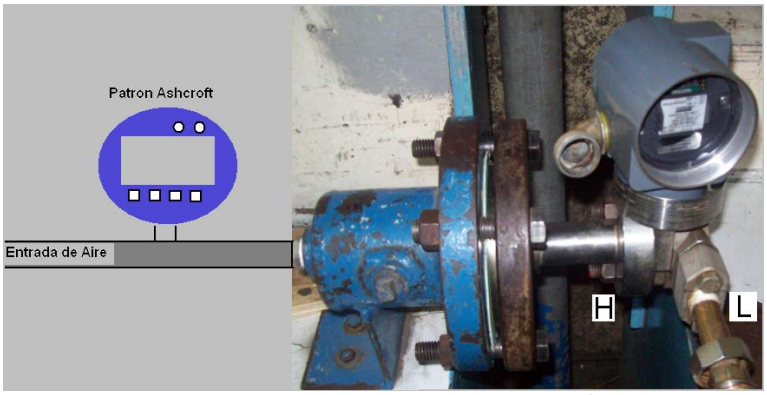


Figura 57. Montaje para Calibración.

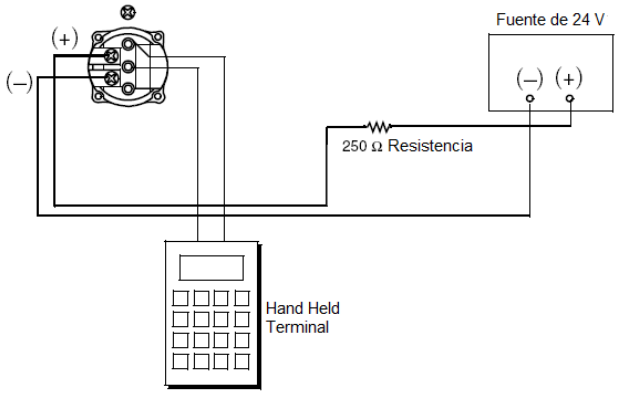


Figura 58. Conexión eléctrica del transmisor.

Ashcroft “inH_2O”	HHT “inH_2O”	HHT “mA”	Fluke 79III “mA”
0.0	-3.07	22.00	21.01
17.05	15.02	21.05	20.81
35.5	-32.03	16.8	16.81
54.45	-50.93	12.7	12.68
72.5	-68.65	8.8	8.84
90.5	-86.95	4.5	4.85

Tabla 13. Datos tomados de Calibración “transmisor de nivel pierna húmeda”.

8.10 Ajuste

El ajuste se realiza con el Hand Held (ver Figura 59) si el error sobrepasa el 0.3% (ver Tabla 13).

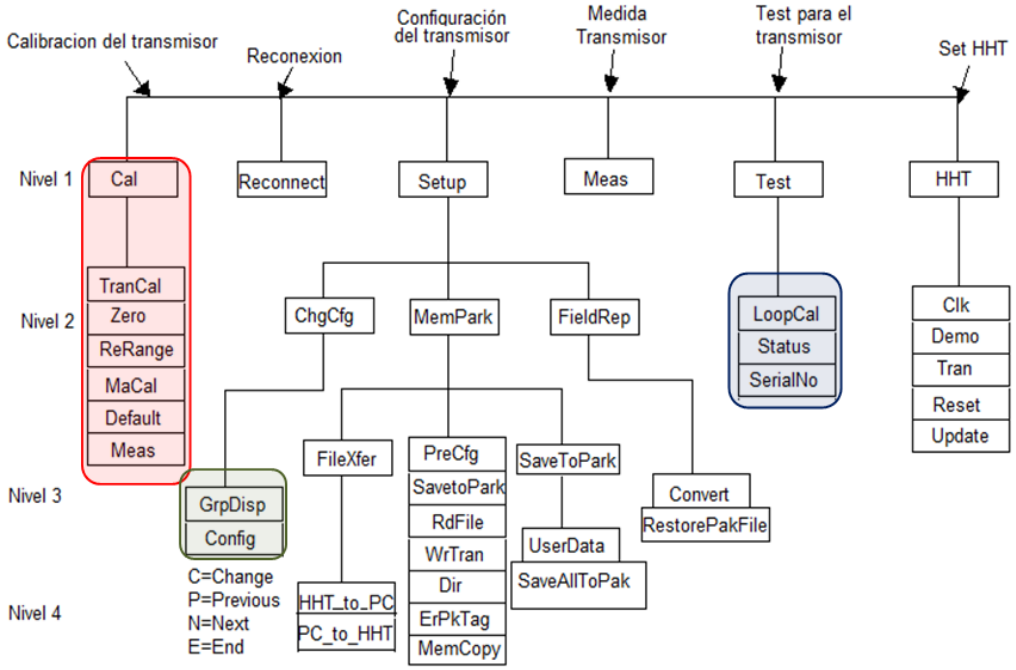


Figura 59. Diagrama funcional del Hand Held.

- Permite realizar los ajustes de Zero, Span y cambiar el rango de trabajo.
- Permite calibrar el lazo de corriente y diagnosticar el estado del Transmisor.
- Se observa los parámetros de configuración, sin efectuar ningún cambio.

Para realizar el ajuste de Zero se cambia el rango, en donde se puede aprovechar la presión atmosférica para calibrar un punto de medida, para luego configurar el transmisor con el rango definido y tomar datos de la nueva calibración (ver Tabla 14).

Ashcroft "inH_2O"	HHT "inH_2O"	HHT "mA"	Fluke 79III "mA"
17.05	-17.14	20.00	19.99
35.5	-35.57	16.00	16.00
54.00	-54.04	12.00	12.00
72.50	-72.56	8.00	8.00
91.00	-91.12	4.00	3.99

Tabla 14. Datos después del ajuste "transmisor de nivel pierna húmeda".

- Se debe calcular los errores en mA y en inH_2O correspondientes.
- Reajustar y calibrar si es necesario nuevamente.

8.11 Montaje

- Se coordina con el operador para montaje del transmisor.
- Conexión en tubería agregando teflón en el transmisor para evitar filtraciones.
- Se llena la pierna de referencia con el mismo líquido del tanque.
- Abrir las válvulas de bloqueo, para poner en funcionamiento el transmisor.
- Si el transmisor posee Manifold.
- Se abre válvula de baja (L), se cierra válvula igualadora y abrir válvula de alta (H).
- Conexión eléctrica del transmisor en campo.
- Sello con la fecha del mantenimiento.
- Protección con película de plástico.
- Conexión señal eléctrica sistema de control por instrumentista de turno en coordinación con el supervisor de instrumentación.
- Hacer seguimiento con el operador al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje → **2 horas 30 Minutos**

8.12 Verificación

Se monstrará las curvas de calibración del transmisor de nivel pierna de húmeda en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 60).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 61).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 62).

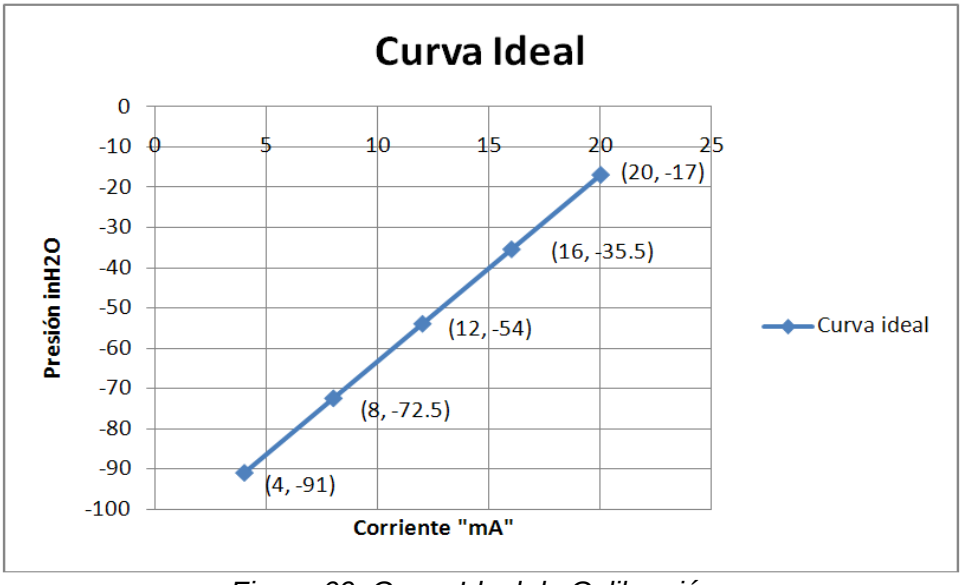


Figura 60. Curva Ideal de Calibración.

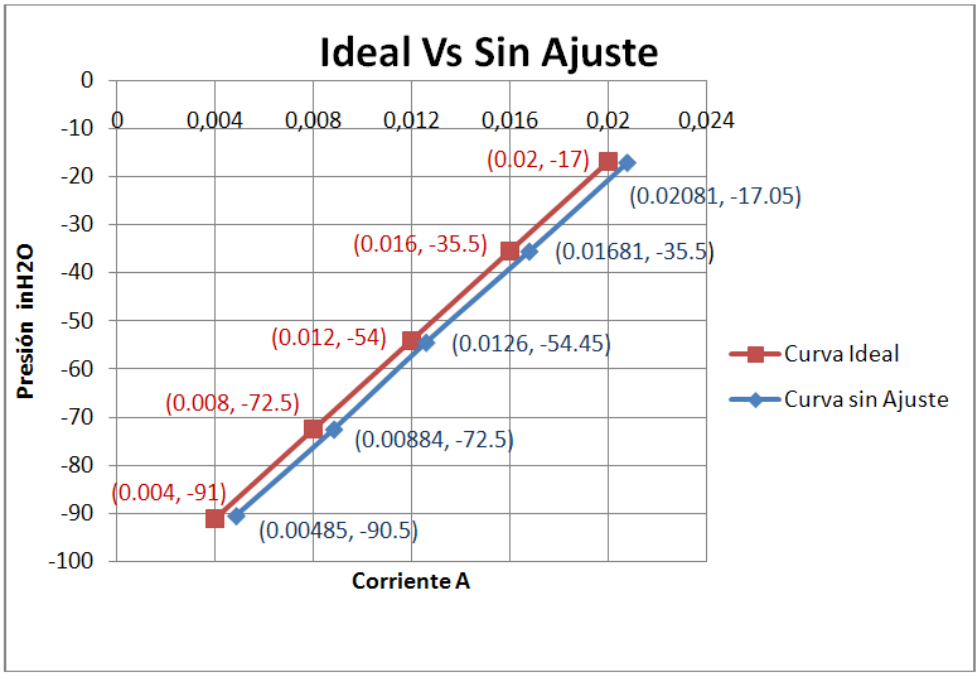


Figura 61. Curva Ideal Vs Curva sin Ajuste.

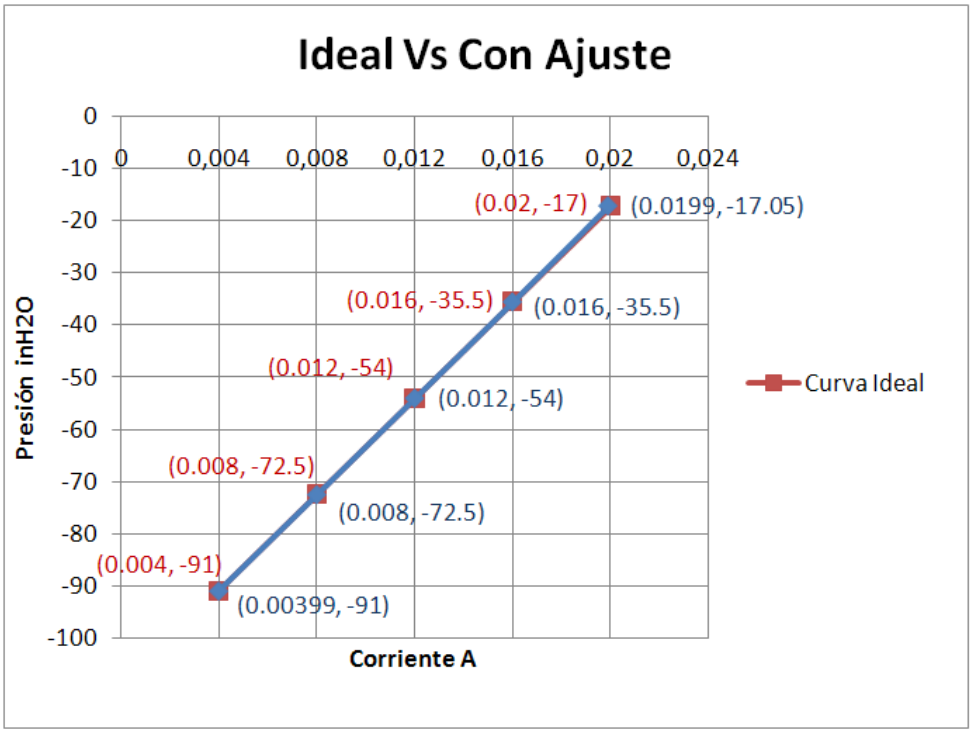


Figura 62. Curva Ideal Vs Curva con Ajuste.

9 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE NIVEL RADAR ONDA GUIADA

Dispositivo de medición de nivel usando pulsos de microondas guiada a través de una sonda. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

9.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje mantenimiento, calibración, ajuste, configuración, limpieza de tomas y montaje.
- La responsabilidad del funcionamiento de los transmisores de nivel, es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de nivel Radar de onda guiada (ver Figura 63) instalados en el Ingenio Risaralda.

9.2 Transmisor de nivel
Modelo 3301HA1S1V5AM0300AANAM1C1Q4

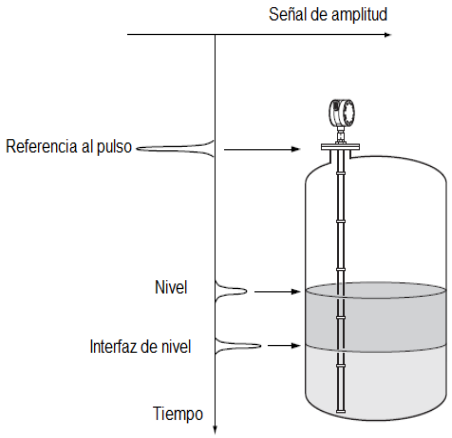


Figura 63. Transmisor de nivel Radar onda guiada.[1]

9.3 Consideraciones del montaje

Se debe tener en cuenta las siguientes especificaciones de acuerdo a los manuales técnicos de montaje (ver Figura 64 y 65).

[1] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases*, Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 13. [17]

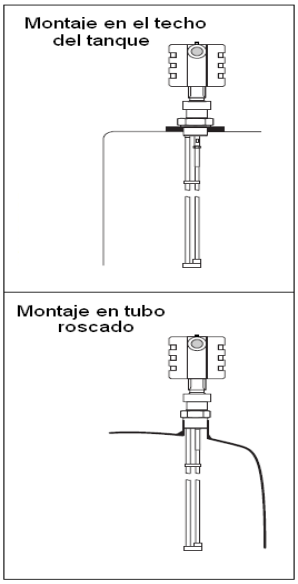


Figura 64. Montaje conexión Roscada.[1]

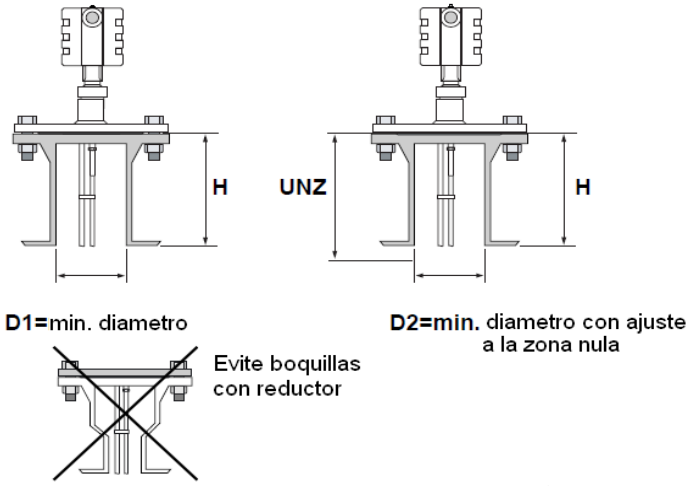


Figura 65. Montaje en boquillas.[2]

El transmisor puede ser montado en las boquillas mediante una brida adecuada. Se recomienda que el tamaño de la boquilla esté dentro de las dimensiones indicadas (ver Tabla 15). En las boquillas pequeñas puede ser necesario aumentar la Zona Nula superior (UNZ) a fin de reducir el rango de medición en la parte superior del tanque. Al establecer la UNZ igual a la altura de la boquilla, el impacto en la medición debido a interferencias se hace eco de la boquilla se reducirán a un mínimo. Amplitud ajustes umbral también puede ser necesaria en este caso.

[1] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases*, Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 30. [17]
[2]ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases*, Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 31. [17]

NOTA: A excepción de la sonda coaxial, la sonda no debe estar en contacto con la boquilla.

	Doble rigida plomo	Doble flexible plomo	Coaxial	Unica plomo	Unica Flexible
D1(1)	4(100)	4(100)	> Diametro sonda	6(150)	6(150)
D2(2)	2(50)	2(50)	> Diametro sonda	2(50)(3) 1.5(38)(4)	2(50)
H(5)	4(100) + D(6)	4(100) + D(6)	-	4(100) + D(6)	4(100) + D(6)

Tabla 15. Dimensiones sondas del transmisor. [1]

(1) Zona Alta Null = 0.
(2) Alta Null Zone> 0.
(3) Conexión de proceso de 1,5 pulgadas
(4) Proceso de conexión de 1 pulgada
(5) Recomendado máxima altura de la boquilla. Para sonda coaxial no hay ninguna limitación en la altura de la boquilla.
(6) Diámetro de la boquilla

9.3.1 Montaje en tanques no metálicos

Para único y óptimo funcionamiento de la sonda de plomo en las cisternas no metálicas de la sonda debe ser montado con una brida de metal, o roscada a una hoja de metal (d> 8 in/200 mm) si se utiliza la versión roscada (ver Figura 66).

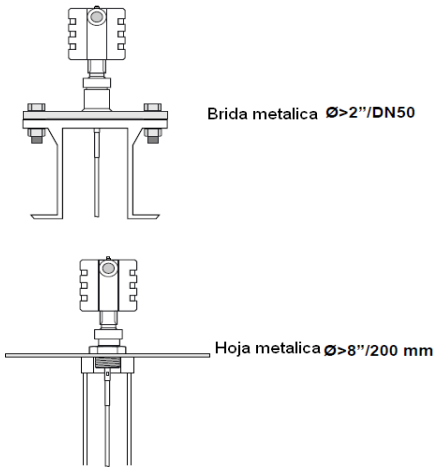


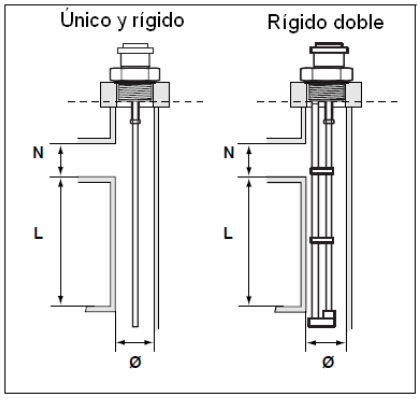
Figura 66. Montaje en tanques no metálicos. [2]

[1] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 31. [17]
[2] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 32. [17]

Evite el medio ambiente perturbador de EMC en el tanque. Instalación en el tanque metálico es recomendable.

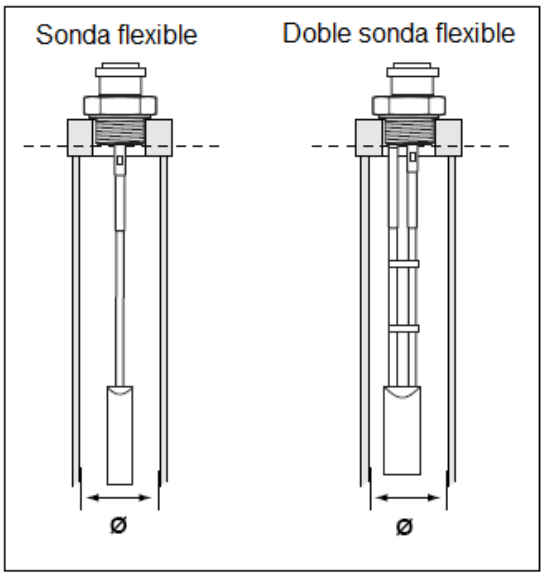
9.3.2 Montaje en tubería/by-pass

Montaje realizado en una tubería por fuera del tanque, al que se tiene acceso a través de dos válvulas (ver Figura 67, 68, 69 y 73).



Rígido doble de plomo.
Diámetro del tubo Ø ≥ 2 pulgadas (50 mm).
Entrada de tubería de diámetro n <Ø.
L ≥ 12 pulgadas (300 mm)
La varilla del centro debe estar puesta a más de 0.6 inch/15 mm de distancia de la pared del tubo
Único y rígido de plomo.
Diámetro del tubo Ø ≥ 2 pulgadas (50 mm).
Entrada de tubería de diámetro n <Ø.
L ≥ 12 pulgadas (300 mm).
Asegúrese de que la sonda está en el centro de la tubería.

Figura 67. Distancias para montaje en tubería.[1]



Nota: No es recomendable instalar una sonda flexible en un tuberia/by-pass

Doble sonda Flexible
Diametro de la tuberia Ø≥3 inch (75 mm).
La sonda deberia tener una distancia de 0.6inch/15mm con respecto a la tuberia para que esta no entre en contacto.

Sonda flexible
Diametro de la tuberia Ø≥3 inch (75 mm).
Se debera estar segura que la sonda se encuentra en el centro de la tubería.

Figura 68. Montaje en tubería sonda flexible.[2]

[1] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 33. [17]
[2] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 33. [17]

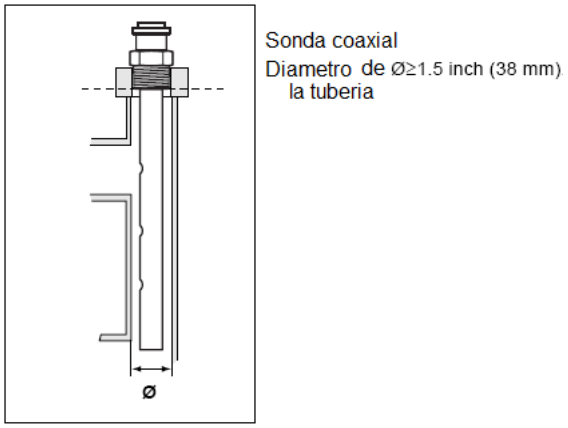


Figura 69. Montaje en tubería sonda coaxial.[1]

9.4 Instalación mecánica

Conexión entre el transmisor y la brida del tanque mostrada en la Figura 70.

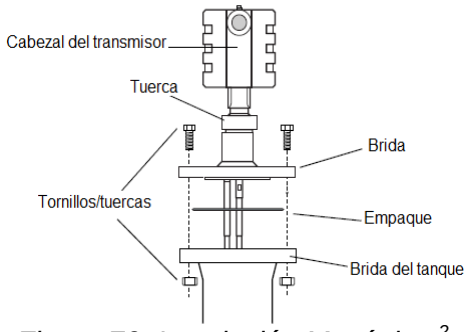


Figura 70. Instalación Mecánica.[2]

- Coloque una junta en la parte superior de la brida de tanque
- Bajo el transmisor y la sonda, una la brida en el tanque.
- Apriete los tornillos.
- Aflojar la tuerca que conecta a la carcasa del transmisor a la sonda ligeramente.
- Gire la carcasa del transmisor para las entradas de cable o para mostrar la cara en la dirección deseada.
- Apretar la tuerca.

[1] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 33. [17]
[2] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 37. [17]

9.5 Conexión Eléctrica

Es el suministro de energía al transmisor de nivel (ver Figura 71).

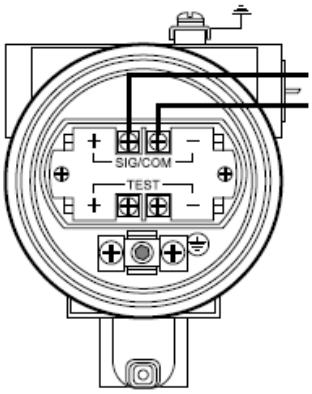


Figura 71. Instalación Eléctrica.[1]

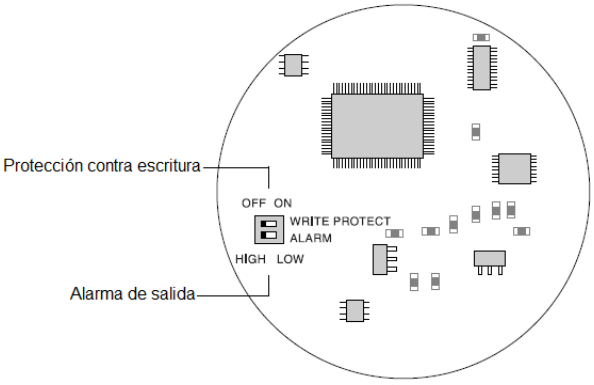


Figura 72. Protección.[2]

9.6 Herramientas

Utilizar herramientas necesarias para el montaje y desmontaje: 2 llaves paratubo, atornillador de pala, atornillador de estría, cinta aislante, Multímetro, llave 15/16 boca fija, un PC, interface y software Radar Configuration Tools.

9.7 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.

[1] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 47.
[2] ROSEMOUNT, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases, *Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006,* pag. 29.

- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario el desmontaje del instrumento.
- Desconexión eléctrica de la tarjeta realizado por el instrumentista de turno.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base para recordar instalación inicial y proceder con el desmontaje.
- Destapar bornera y verificar la ausencia de tensión.
- Tapar bornera.

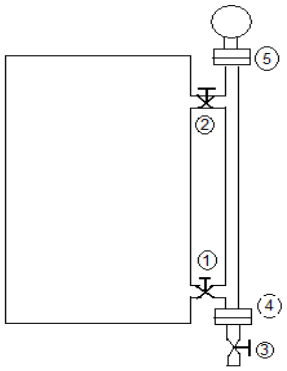


Figura 73. Montaje en tubería/Bypass.

- Cierre válvula 1
- Cierre válvula 2
- Purgar Abrir válvula 3
- Desconexión bridas 4, para quitar las pesas
- Desconexión mecánica 5 del transmisor

Duración del desmontaje→ **1 hora 40 minutos**

9.8 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado cualquier golpe, rayón o movimiento brusco puede ocasionar daños graves; si es posible taparlo o empacarlo.
- Procure llevar únicamente el instrumento, es posible en el maletín de la herramienta o cualquier otro artefacto que tenga, para que no se dificulte el traslado y ocasione daños.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte→**20 Minutos**

9.9 Limpieza general

Limpieza exterior del transmisor y de la sonda, no se debe utilizar lijas si no es necesario. “Informar cualquier anomalía observada al supervisor de instrumentación”

9.10 Montaje

- Se coordina con el supervisor de instrumentación y con el operador el montaje del transmisor.
- Destapar bornera.
- Cambiar empaquetadura de la brida.
- Hacer conexión mecánica y conexión eléctrica en campo.
- Tapar bornera.
- Sello con la fecha del mantenimiento.
- Si el transmisor no posee protección contra lluvia, se deberá hacer protección con película de plástico.
- Conexión eléctrica al sistema de control realizado por el instrumentista de turno.
- Hacer seguimiento con el operador de proceso al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje→ **2 horas**

9.11 Configuración del puerto serial

Esta configuración es necesaria si se presenta algún error en la conexión del PC al transmisor (ver Figura 74, 75, 76, 77, 78, 79 y 80).

Click derecho→Click izquierdo “**propiedades**”

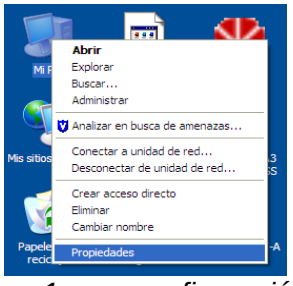


Figura 74. Paso 1 para configuración de puertos.

Click izquierdo→**Hardware**

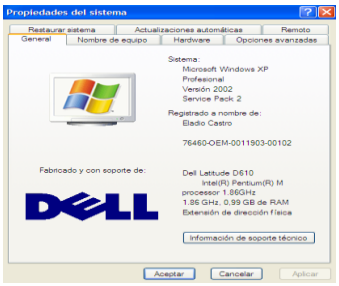


Figura 75. Paso 2 para configuración de puertos.

Click izquierdo→**Administrador de dispositivos**

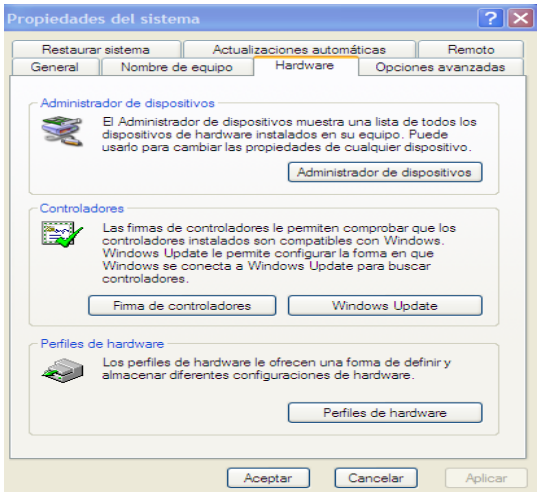

Propiedades del sistema
Restaurar sistema
Actualizaciones automáticas
Remoto
General
Nombre de equipo
Hardware
Opciones avanzadas
Administrador de dispositivos
El Administrador de dispositivos muestra una lista de todos los dispositivos de hardware instalados en su equipo. Puede usarlo para cambiar las propiedades de cualquier dispositivo.
Administrador de dispositivos
Controladores
Las firmas de controladores le permiten comprobar que los controladores instalados son compatibles con Windows. Windows Update le permite configurar la forma en que Windows se conecta a Windows Update para buscar controladores.
Firma de controladores
Windows Update
Perfiles de hardware
Los perfiles de hardware le ofrecen una forma de definir y almacenar diferentes configuraciones de hardware.
Perfiles de hardware
Aceptar
Cancelar
Aplicar

Figura 76. Paso 3 para configuración de puertos.

Click derecho→ **puertos (COM & LPT)**

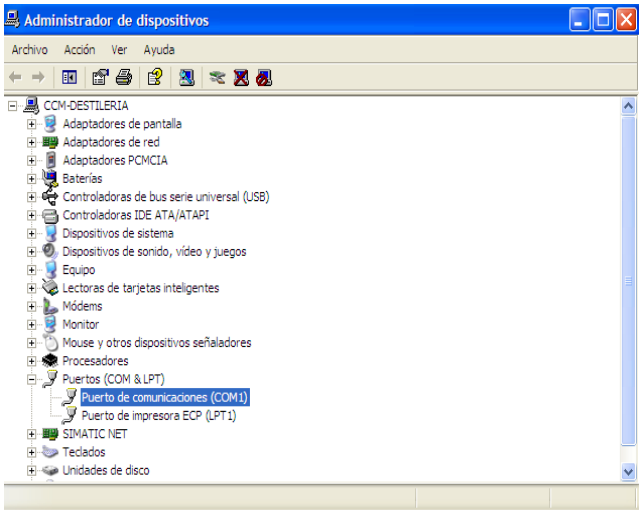


Figura 77. Paso 4 para configuración de puertos.

Click derecho→Click izquierdo “**propiedades**”

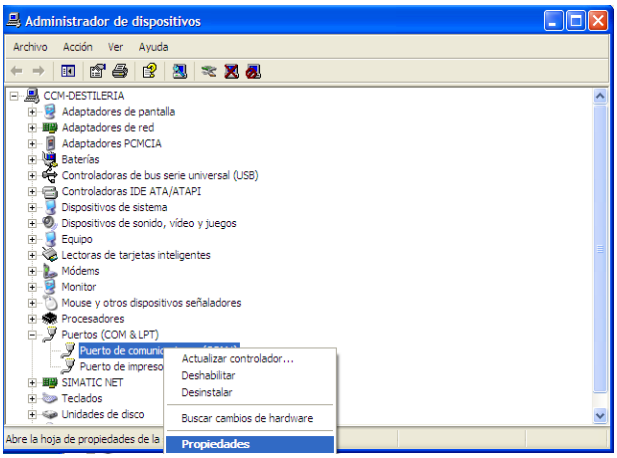


Figura 78. Paso 5 para configuración de puertos.

Click izquierdo “**Configuración de puerto**”→click izquierdo en **Opciones avanzadas**

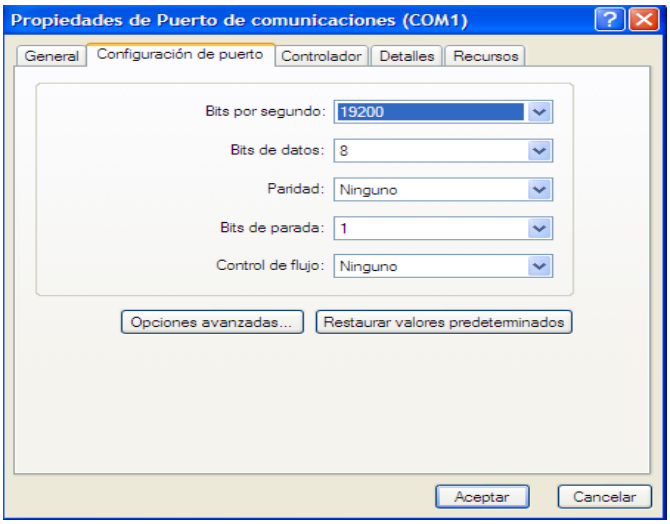


Figura 79. Paso 6 para configuración de puertos.

Verificar la siguiente configuración:

Búfer de recepción=1
Búfer de transmisión=1

Si se encuentra la siguiente configuración cerrar ventanas, si no hacer los cambios correspondientes.

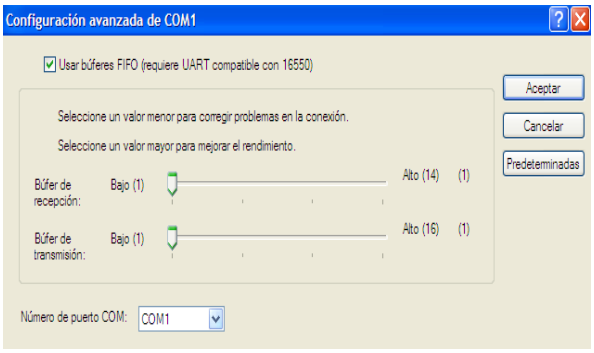


Figura 80. Paso 7 para configuración de puertos.

9.12 Configuración usando Radar Configuration Tools

Paso 0 Hacer la conexión física del PC con el transmisor (ver Figura 81).

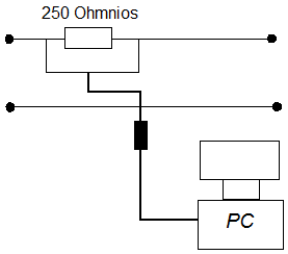


Figura 81. Conexión transmisor PC.

Paso 1 *Abrir programa Radar Configuration Tools.*
Click izquierdo "**Inicio**"→ Click izquierdo "**todos los programas**"→Click izquierdo "**Radar Configuration Tools**" →Click izquierdo "**RCT**"

Paso 2 *Entorno Radar Configuration Tools* (ver Figura 82).

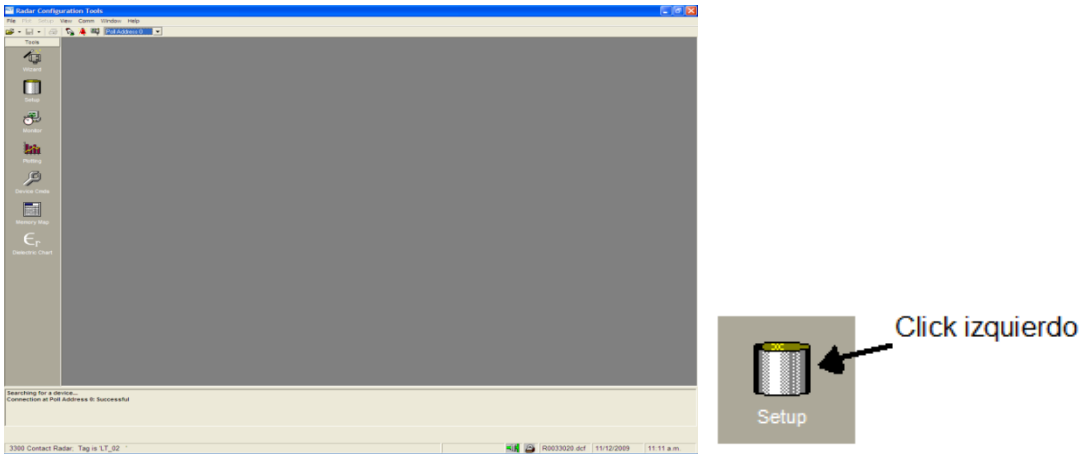


Figura 82. Entorno principal.

Paso 3 *Recepción de configuración del transmisor* (ver Figura 83).
Click izquierdo "**Setup**"→ Click izquierdo "**Receive all**"

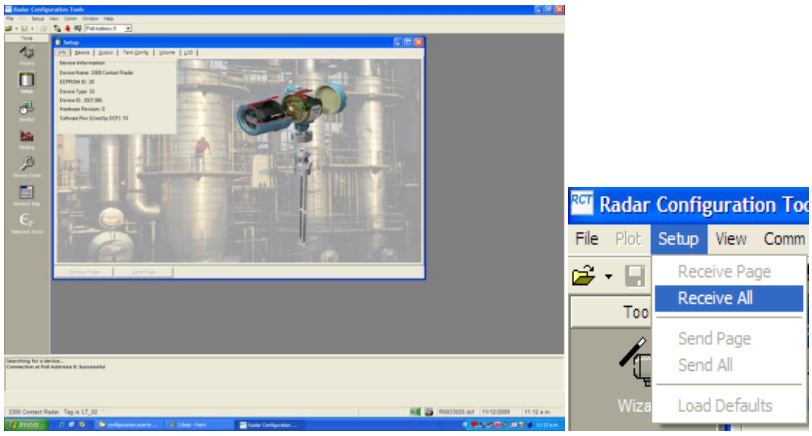


Figura 83. Recepción de la información.

Click izquierdo→ **Basic** "Se obseva la configuación básica del transmisor (ver Figura 84)".

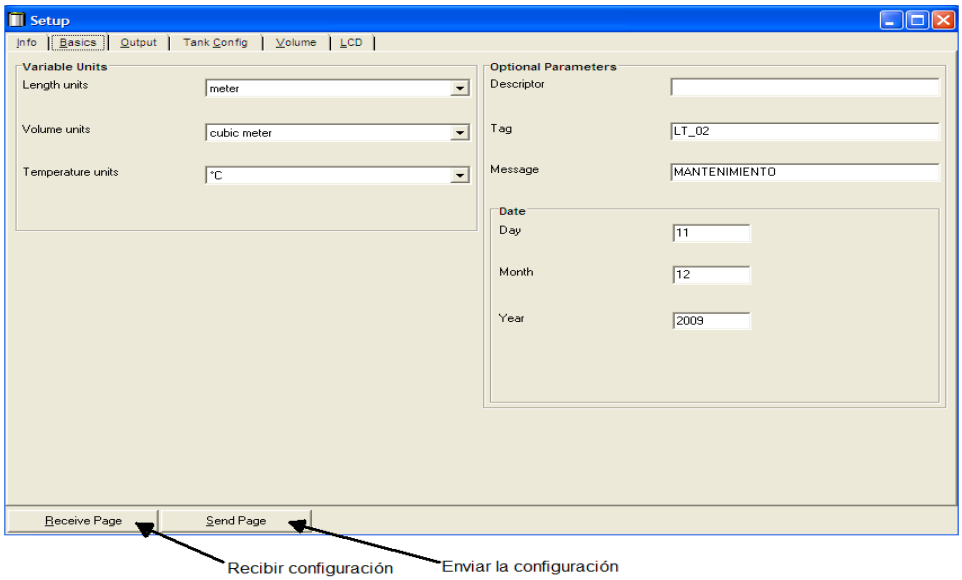


Figura 84. Variables del transmisor.

El nivel del tanque en determinado momento, para actualizar el nivel de este se hace lo siguiente:

Click izquierdo→ **Output** “Se observa el porcentaje del nivel del tanque (ver Figura 85)”.

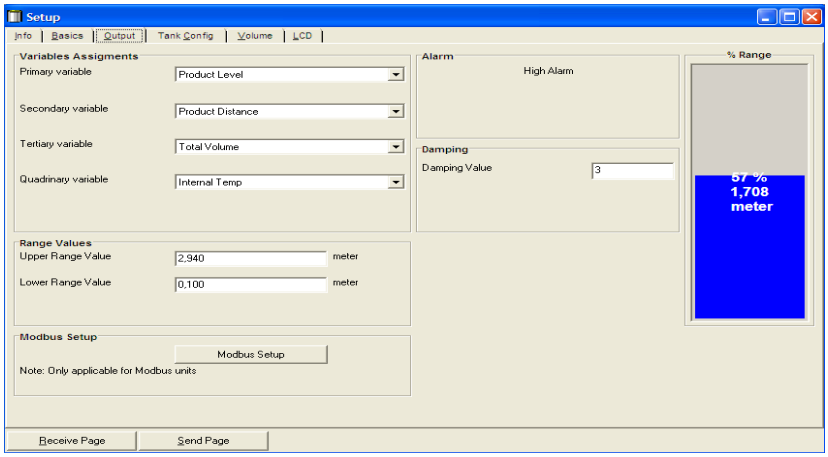


Figura 85. Nivel en línea.

Click izquierdo→**Receive page** “Actualiza el nivel del tanque”

Configuración del tanque (ver Figura 86).

Click izquierdo→**Tank Config**

Nota: Aquí se puede cambiar la configuración física de este y enviarla, para eso se realiza los cambios de la configuración y damos Click izquierdo →**Send page**.

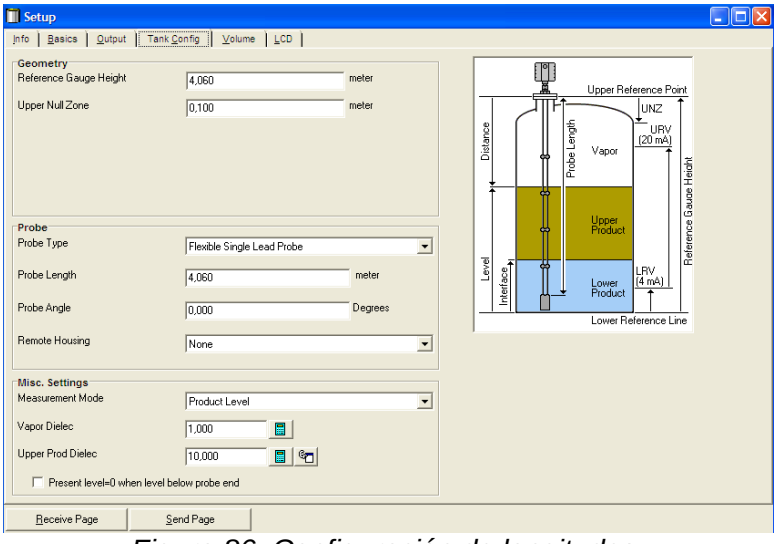


Figura 86. Configuración de longitudes.

Click izquierdo→ **Volumen** “Para la configuración de los transmisores no aparece volumen, ya que estos fueron configurados para medir longitudes, estos se puede observar en la Figura 87 Tank Type→ None”.

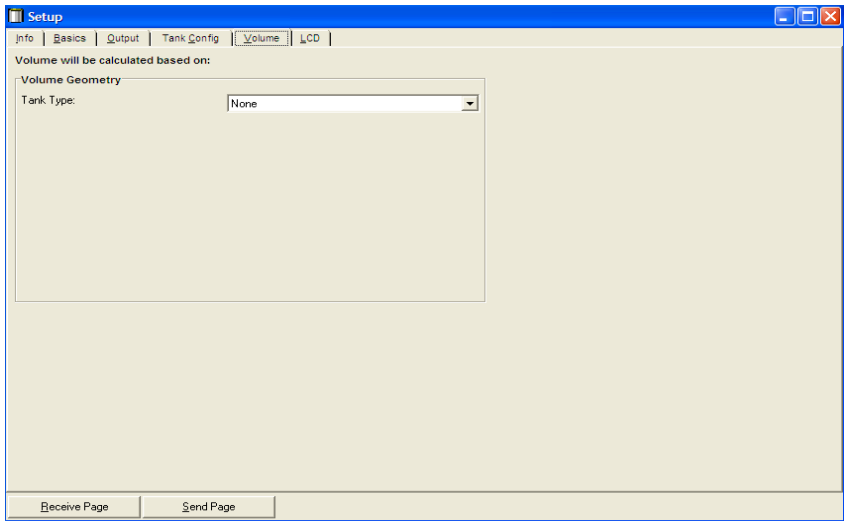


Figura 87. Configuración del Volumen.

Click izquierdo→ **LCD**
Configuración del idioma y de la pantalla LCD (ver Figura 88).

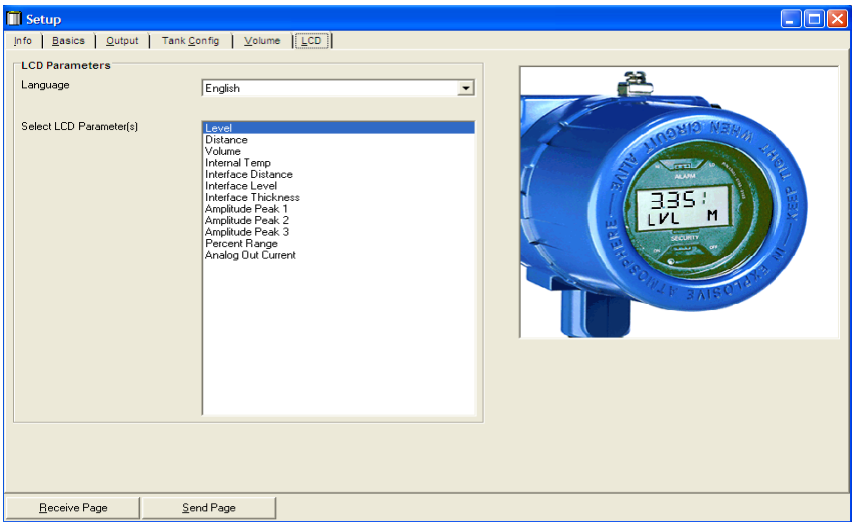


Figura 88. Configuración de la pantalla LCD.

Para observar la forma de la señal (ver Figura 89).

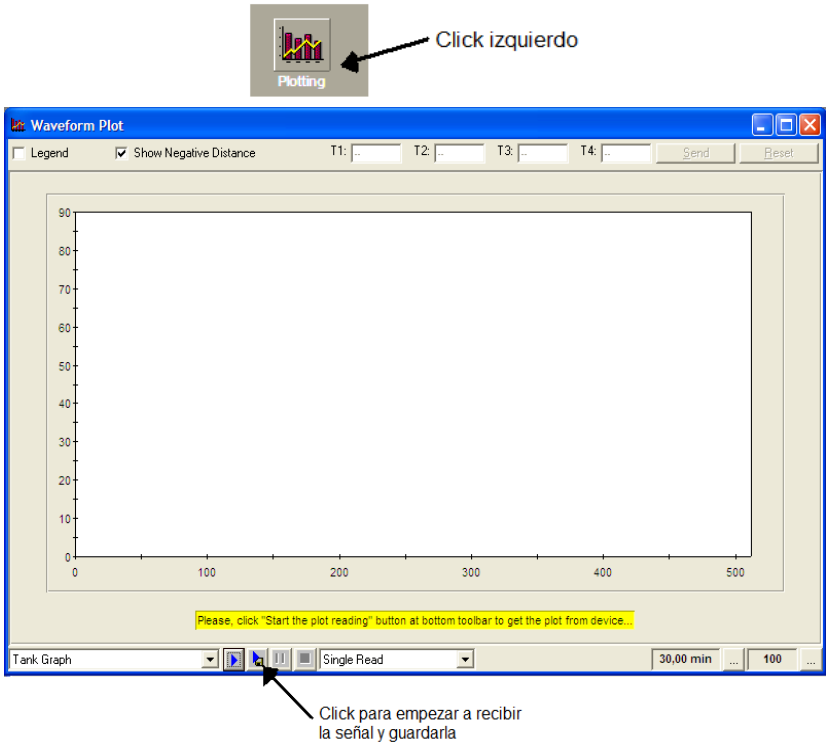


Figura 89. Toma de la señal.

Para la observación del diagnostico del equipo (ver Figura 90).

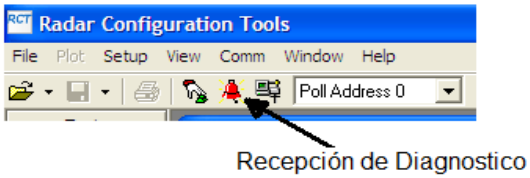


Figura 90. Diagnostico de errores.

9.13 Simulación

La simulación se realiza para observar el error, que posee el transmisor y se debe realizar la conexión de la Figura 91.

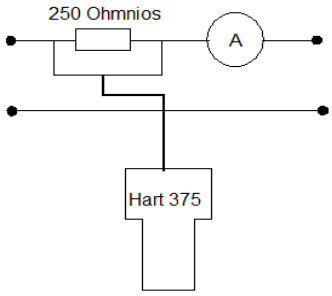
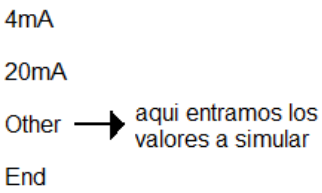


Figura 91. Montaje conexión transmisor Hart 375.

Paso 1
Se enciende el Hart
Paso2
Entrar en “**Hart application**”
Paso 3
Seleccionar yes
Paso 4
Seleccionar “**Device Setup**”
Paso 5
Seleccionar “**Diag/Serv**”
Paso 6
Seleccionar “**Loop test**”

En este momento aparece un aviso, que indica que se va a cambiar la señal de salida, para la cual se elige OK.



Cuando se termine la simulación se selecciona End, este retorna al valor medido por el transmisor. Si existe un error muy alto en la medida, es decir, la corriente simulada es diferente a la medida por el amperímetro, se realiza el ajuste.

Simulación “mA”	Amperímetro “mA”	Nivel pantalla I/A “%”
4.00	4.00	0.0
8.00	8.00	25.0
12.00	12.00	50.0
16.00	16.00	75.0
20.00	20.00	100.0

Tabla 16. Calibración Ideal del transmisor de nivel onda guiada.

Simulación “mA”	Amperímetro “mA”	Nivel pantalla I/A “%”
4.00	4.02	0.1
8.00	8.01	25.0
12.00	12.01	50.0
16.00	16.00	75.1
20.00	20.01	100.0

Tabla 17. Datos de Simulación “transmisor de nivel onda guiada”.

Nota: Según los datos obtenidos en la simulación (ver Tabla 17), no es necesario realizar el ajuste, en comparación con la Tabla 16.

9.14 Ajuste usando el Hart 375

Se realiza la conexión de la Figura 92, para el ajuste del transmisor.

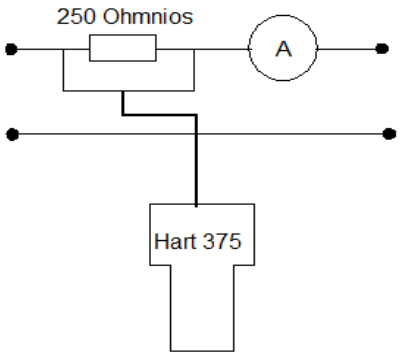


Figura 92. Ajuste con Hart 375.

Paso 1
Se enciende el Hart
Paso2
Entramos en "**Hart application**"
Paso 3
Seleccionamos yes
Paso 4
Seleccionamos "**Device Setup**"
Paso 5
Seleccionamos "**Diag/Serv**"
Paso 6
Seleccionamos **D/A Trim**

El Hart 375 manda una señal de 4mA y se debe observar la corriente del amperímetro, para escribirla en el Hart, esto se hace para 4 y 20mA.

Nota: Se debe tomar la señal del amperímetro cuando este se encuentre estable. Para salir completamente seleccionamos ← varias veces hasta que aparezca la ventana principal.

Configuración usando Radar Configuration Tools→**3 horas**

9.15 Verificación

Se monstrará las curvas de calibración del transmisor de nivel radar 3300 en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 93).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 94).

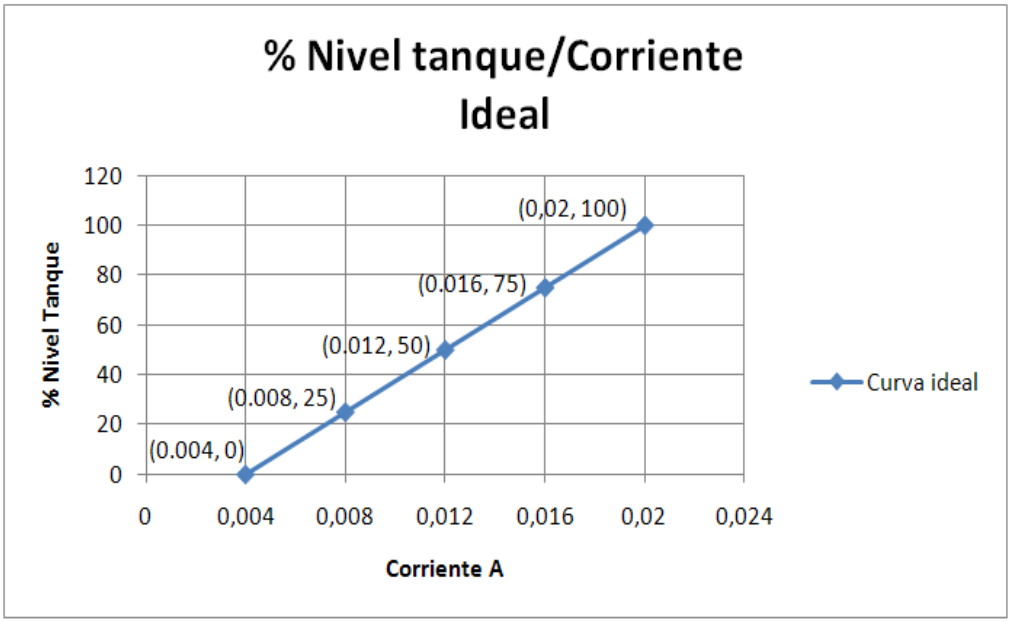


Figura 93. Curva Ideal de Calibración.

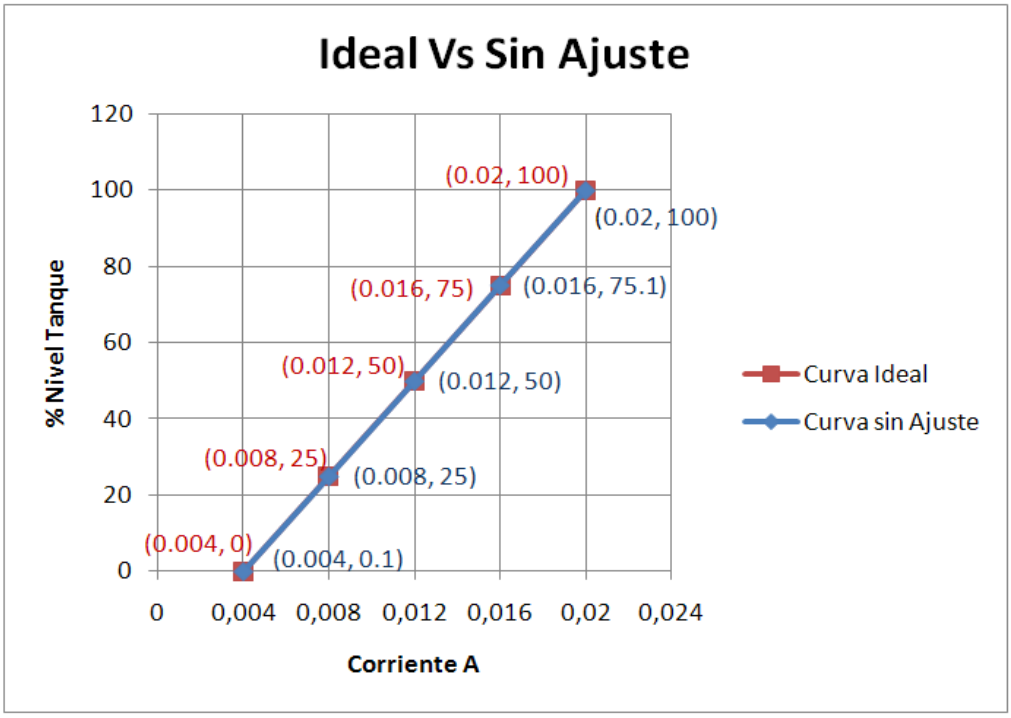


Figura 94. Curva Ideal de Calibración Vs Curva de Calibración.

10 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE NIVEL RADAR 5400

Dispositivo de medición de nivel usando radiofrecuencia. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

10.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje mantenimiento, limpieza, calibración, configuración, ajuste y montaje.
- La responsabilidad del funcionamiento de los transmisores de nivel "Radar" serie 4500, es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de nivel "Radar" (ver Figura 95) instalados en el Ingenio Risaralda "Destilería".

10.2 Transmisor de Nivel Radar Rosemount modelo 5402AH1I54SPVCAC1Q4

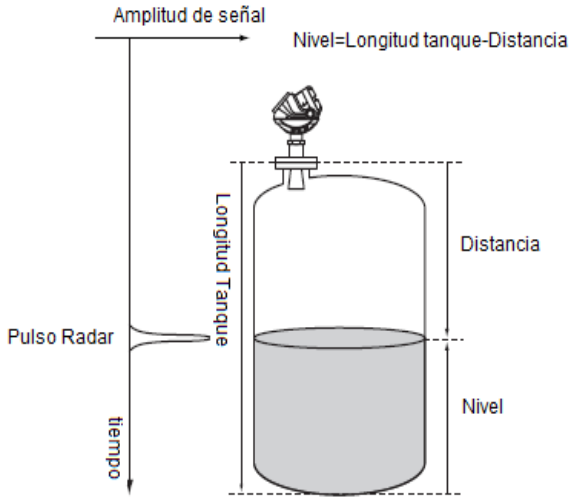
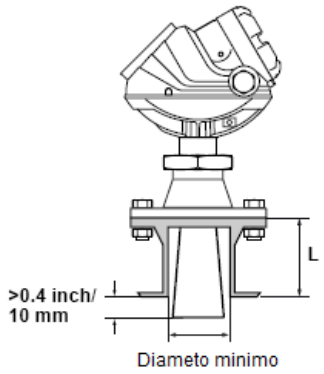


Figura 95. Montaje transmisor de nivel radar Rosemount serie 4500.[1]

10.3 Consideraciones para el Montaje

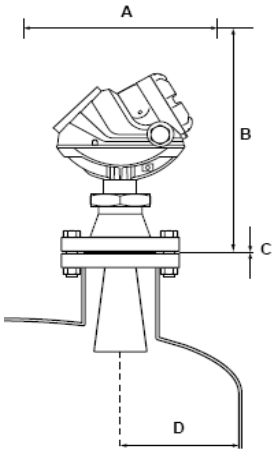
Para el montaje (ver Figura 96 y 97) se recomienda las dimensiones mostradas en la Tabla 18 y 19.

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 13. [18]



5401	Antenna	L max inch (mm)	Min. Diameter inch (mm)
	Cone 4 in.	5.5 (140)	3.8 (97)
	Cone 6 in.	6.9 (175)	5.7 (145)
	Cone 8 in.	10.2 (260)	7.6 (193)
5402	**Antenna**	**L max inch (mm)**	**Min. Diameter inch (mm)**
	Cone 2 in.	5.5 (140)	2.2 (55)
	Cone 3 in.	5.5 (140)	2.8 (72)
	Cone 4 in.	8.5 (215)	3.8 (97)

Figura 96. Montaje Recomendado.[1] *Tabla 18. Longitudes de L en inch.*[2]



Espacio de servicio	Distancia en inch (mm)
A	19.7(500)
B	23.6(600)
C. inclinación	Angulo máximo
Cono antena	3°
Mínima distancia del tanque	Distancia en inch (mm)
Cono antena 5401	19.7(500)

Figura 97. Montaje.[3] *Tabla 19. Datos para el montaje del transmisor.*[4]

10.3.1 Montaje recomendado

El trasmisor deberá ser montado en la parte más alejada de la entrada del producto, ya que esta afecta la medición del transmisor (ver Figura 98).

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 21. [18]
[2] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 21. [18]
[3] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 23.
[4] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 23. [18]

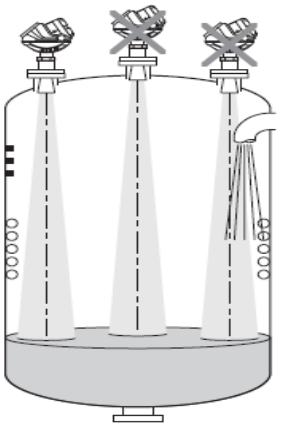


Figura 98. Montaje recomendado.[1]

Ancho del haz

- El transmisor se debe montar con tan pocas estructuras internas como sea posible en el ángulo del haz (ver Figura 99).
- La pared del tanque plano pueden estar ubicada en el ángulo del haz de la antena, siempre que hay una distancia mínima entre el transmisor y la pared del tanque (ver Tabla 20 y 21).

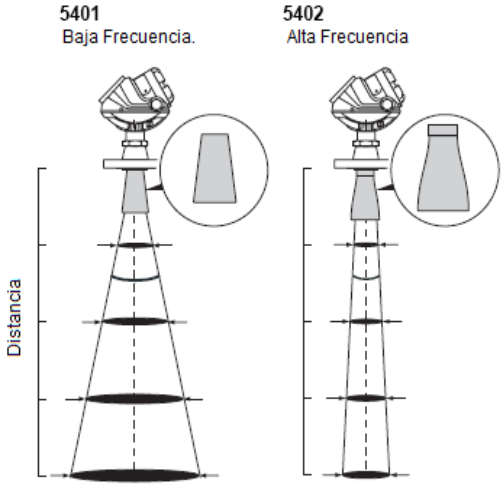


Figura 99. Ancho del haz.[2]

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 24. [18]
[2] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 25. [18]

Àngulo de abertura "Distancias para el modelo Rosemount 5401"

Distance	Cone Antenna		
	4 in./DN 100	6 in./DN 150	8 in./DN 200
	Beam Diameter, ft (m)		
16 ft (5 m)	11.5 (3.5)	6.6 (2.0)	4.9 (1.5)
33 ft (10 m)	23.0 (7.0)	13.1 (4.0)	9.8 (3.0)
49 ft (15 m)	32.8 (10)	19.7 (6.0)	14.8 (4.5)
66 ft (20 m)	42.7 (13)	26.2 (8.0)	19.7 (6.0)

Tabla 20. Cono de la Antena modelo 5401.[1]

Àngulo de abertura "Distancias para el modelo Rosemount 5402"

Distance	Cone Antenna		
	2 in. /DN 50	3 in./DN 80	4 in./DN 100
	Beam Diameter, ft (m)		
16 ft (5 m)	4.9 (1.5)	3.3 (1.0)	3.3 (1.0)
33 ft (10 m)	11.5 (3.5)	8.2 (2.5)	4.9 (1.5)
49 ft (15 m)	16.4 (5.0)	11.5 (3.5)	8.2 (2.5)
66 ft (20 m)	21.3 (6.5)	16.4 (5.0)	9.8 (3.0)

Tabla 21. Cono de la Antena modelo 5402.[2]

10.3.2 Montaje mecánico

Conexión entre el transmisor y la brida del tanque mostrada en la Figura 100.

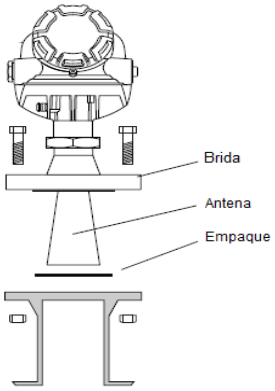


Figura 100. Montaje mecánico.[3]

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 25. [18]
[2] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 25. [18]
[3] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 28. [18]

10.3.3 Montaje en tubería

Este montaje (ver Figura 101 y 102) es recomendado cuando el tanque tiene extremas turbulencia, y el ángulo de inclinación debería ser de 1°.

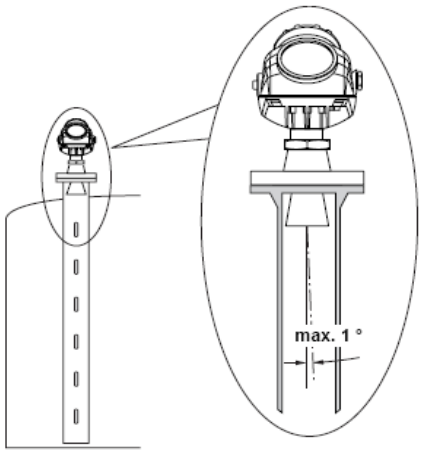


Figura 101. Montaje en tubería interna.[1]

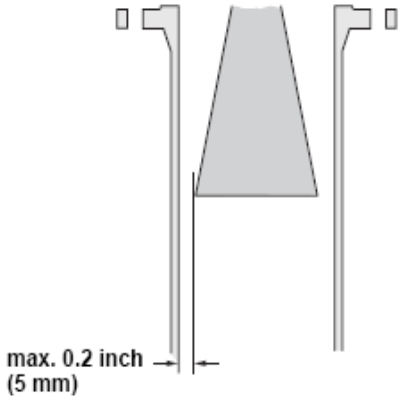


Figura 102. Distancia del montaje en tubería.[2]

Recomendaciones para la Instalación en tubería:

• La tubería debe ser suave en el interior.
• No es adecuado para productos adhesivos.
• Asegúrese de que al menos una ranura está por encima de la superficie del producto.
• Área de ranura no debe exceder de los límites mostrados en la Tabla 22.

Longitud de Antena	2”	3”	4”	6”	8”
Max. Slot area (feet^2/m^2)	0.43/0.04	1.08/0.1	3.23/0.3	11.8/1.1	26.9/2.5

Tabla 22. Longitudes de la Antena.

Recomendación, área máxima para la instalación en tubería.

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 31. [18]
[2] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 31. [18]

10.3.4 Montaje en tubería “bypass”

Montaje realizado en una tubería por fuera del tanque (ver Figura 103), al que se tiene acceso a través de dos válvulas.

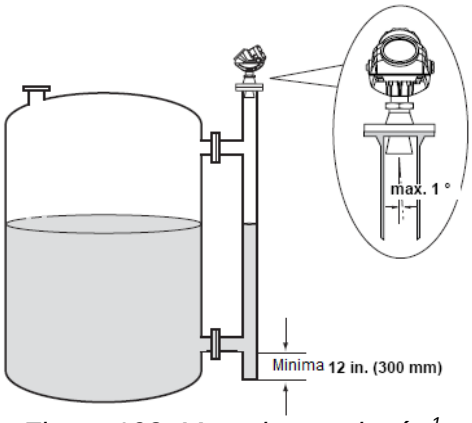


Figura 103. Montaje en tubería.[1]

En los tubos con diámetro de entrada Ø <2 pulgadas (51 mm) la diferencia D entre la tubería y de la antena debe ser inferior a 0,2 pulgadas (5 mm). Si el diámetro del tubo de entrada es de 2 pulgadas (51 mm) la diferencia D entre la tubería y de la antena debe ser inferior a 0,04 pulgadas (1 mm). La distancia entre la antena y el tubo de entrada más cercano debe ser de al menos 2 pulgadas (50 mm) (ver Figura 104).

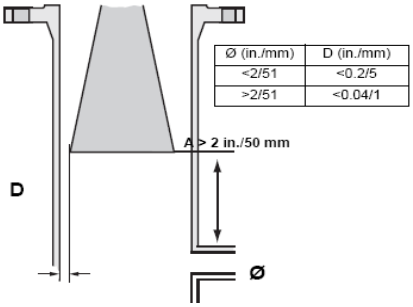


Figura 104. Dimensiones recomendadas.[2]

Extensión de la antena

La extensión de antena cono es conveniente para los tanques con las boquillas de alta o de los tanques donde las mediciones se deben evitar en la región cercana a

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 32. [18]
[2] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 32. [18]

la boquilla. El uso de la extensión de antena cono puede conducir a reducir ligeramente la exactitud.
Usar la extensión de antena si:

• La boquilla es alta y hay una superficie rugosa en el interior de la boquilla.
• Hay objetos molestos cerca de la abertura del tanque.

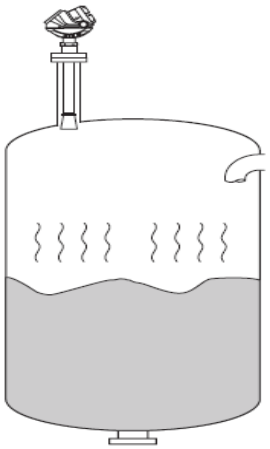


Figura 105. Montaje con extensión de la antena.[1]

Extensión de antena

La extensión de antena es útil para los tanques con las boquillas altas (ver Figura 106 y Tabla 23).

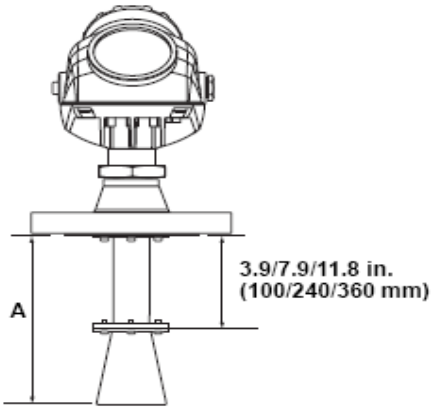


Figura 106. Extensión de la antena.[2]

Longitud del cono inch			
2	5.6 in. (143 mm)	11.1 in. (283 mm)	15.9 in. (403 mm)
3	7.4 in. (188 mm)	12.9 in. (328 mm)	17.6 in. (448 mm)
4	9.8 in. (250 mm)	15.4 in. (390 mm)	20.1 in. (510 mm)
6	11.2 in. (285 mm)	16.7 in. (425 mm)	21.5 in. (545 mm)
8	14.5 in. (376 mm)	20.1 in. (510 mm)	24.8 in. (630 mm)

Tabla 23. Longitudes. [3]

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 33. [18]
[2] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 33. [18]
[3] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 33. [18]

10.4 Conexión del transmisor

Es el suministro de energía al transmisor de nivel (ver Figura 107).

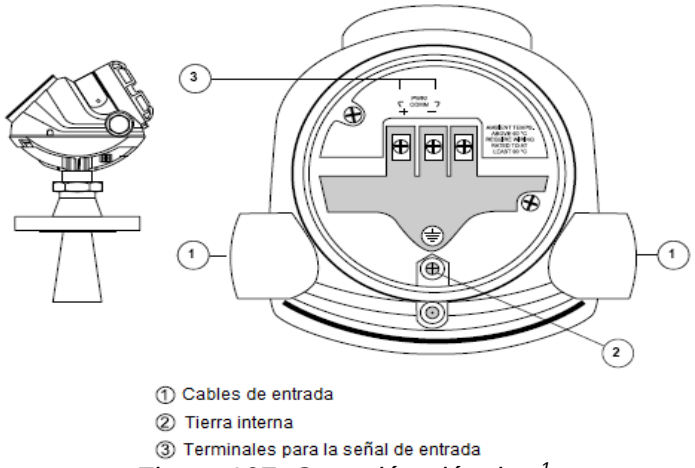


Figura 107. Conexión eléctrica.[1]

10.5 Herramientas

Utilizar las herramientas necesarias para el montaje y desmontaje: 2 llaves de tubería de 10", atornillador de pala, atornillador de estría, cinta aislante, Multímetro digital explosions proof, llave 15/16 boca fija, un PC, interfaz RS232 para comunicación Hart "Viator From Mactek" y software Rosemount Radar Master.

Requerimientos del sistema:

Hardware
- Procesador mínimo: Pentium 200MHz/1 GHz
- Memora mínima: 64/128MB RAM
- Puerto COM: 1 puerto serial COM
- Tarjeta gráfica con resolución de 800*600/1024*768

Software
- Windows 98-service pack 3 and above
- Windows NT 4-service pack 6 and above
- Windows 2000
- Windows XP

Nota: las herramientas deberán ser de bronce para evitar accidentes (explosión).

[1] ROSEMOUNT, Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006,* pag. 35. [18]

10.6 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario el desmontaje del instrumento.
- Desconexión eléctrica de la tarjeta en el tablero del sistema de control realizado por instrumentista de turno.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base para recordar instalación inicial y proceder con el desmontaje.
- Destapar bornera y verificar la ausencia de tensión.
- Proceder con el desmontaje “Desconexión y marcación parte eléctrica del transmisor y parte mecánica”.
- Tapar bornera.

Duración del desmontaje→ **1 hora 40 minutos**

10.7 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado de cualquier golpe, rayón o movimiento brusco podrá ocasionar daños graves; si es posible taparlo o empacarlo.
- Solicitar autorización de salida del transmisor al operario “Destilería”.
- Procure llevar únicamente el instrumento.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte→**20 Minutos**

10.8 Montaje

- Se coordina con el supervisor de instrumentación y con el operador para montaje del transmisor.
- Destapar bornera.
- Hacer conexión mecánica y conexión eléctrica.
- Tapar bornera.
- Sello con la fecha del mantenimiento.

- Si el transmisor no posee protección contra lluvia, se deberá hacer protección con película de plástico.
- Conexión eléctrica de la tarjeta en el tablero del sistema de control, realizado por instrumentistas de turno.
- Hacer seguimiento con operador de proceso al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje→ **2 horas**

10.9 Limpieza general

Solo se hace limpieza externa, y no se debe utilizar lijas para la limpieza del oxido, ya que esta desgasta las bridas del transmisor. “Informar cualquier anomalía observada al supervisor de instrumentación”

10.10 Configuración Usando Rosemount Radar Master

Paso1
Hacer conexión de la resistencia de 250 Ohmios en paralelo, poner el conector desde la resistencia al PC (ver Figura 108).

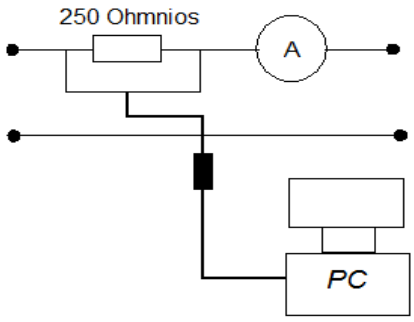


Figura 108. Conexión eléctrica entre el transmisor y el PC.

Paso2
Inicio→programa→Rosemount Radar Master
Se una ventana→seleccionar HART → Ok
Se abren una ventanas scanning device→Click en yes “Comienza la conexión”

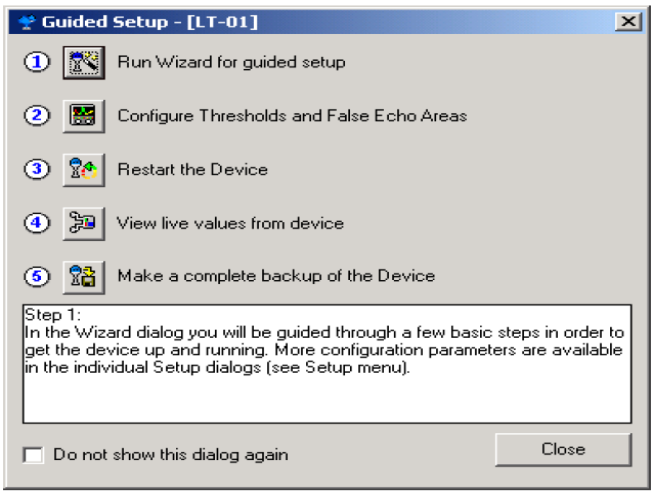

Guided Setup - [LT-01]
Run Wizard for guided setup
Configure Thresholds and False Echo Areas
Restart the Device
View live values from device
Make a complete backup of the Device
Step 1:
In the Wizard dialog you will be guided through a few basic steps in order to get the device up and running. More configuration parameters are available in the individual Setup dialogs (see Setup menu).
Do not show this dialog again
Close

Figura 109. Entorno principal Rosemount Radar Master.

Paso 3

Hacemos un backup "En donde podemos observar las configuraciones del transmisor (ver Figura 109)".

Click→Make a complete backup of the Device→save "Tener en cuenta la ubicación del documento"→guardar los datos del backup, para realizar un informe de cómo encontró el transmisor.

Paso 4

Click→Tank "podemos observar la configuración del tanque online (ver Figura 110)".

Nota: Se puede cambiar la configuración del tanque, es decir la longitud del tanque "Tank height" o el volumen, asignando el valor y dando Click→ Store

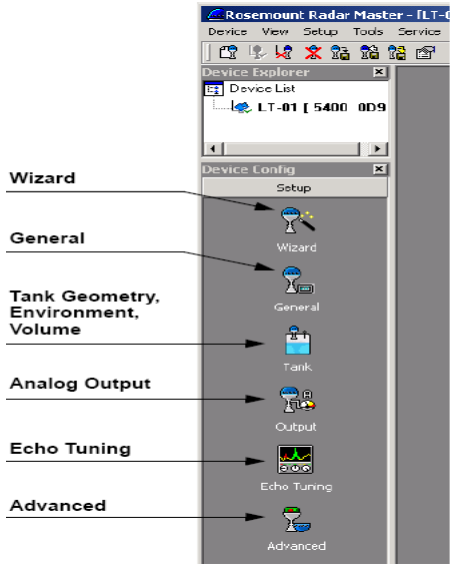


Figura 110. Entorno segundario.

Paso 5
"Verificar el valor máximo (Upper Range Value) y mínimo (Lower Range Value) del tanque (ver Figura 111)".
Click→Output

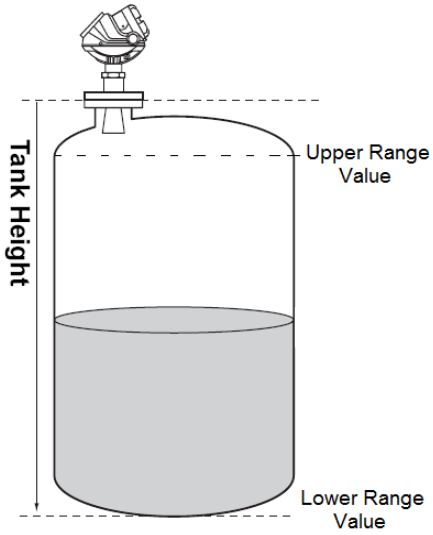


Figura 111. Configuración del tanque.

Paso 6
Cambio de la fecha de Configuración
Click→General (Observar la *Figura 17*)→Device Tag→Realizar el cambio de la fecha→Store

Paso 7
Click→Echo Tuning "Se puede observar el pico de la señal, el cual indica en qué nivel se encuentra el tanque"

Nota: Se puede correr los círculos para hacer filtrado de algunas deformaciones del tanque.

En la parte inferior se encuentran los siguientes símbolos (ver Figura 112), los cuales sirven para volver a tomar la señal, parar la señal en determinado intervalo y grabar la señal tomada.

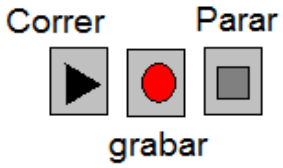


Figura 112. Esquema.

Se grava la señal para informe final del estado del equipo y se cierra todas las ventanas excepto la principal del ROSEMOUNT RADAR MASTER.

Paso 8

Simulación de la señal de 4 a 20mA, comparándola con la señal obtenida en el cuarto de control, para 4, 8, 12,16 y 20mA.

Click→Output (Observar la *Figura 113*)→Analog Out 1 →Advenced

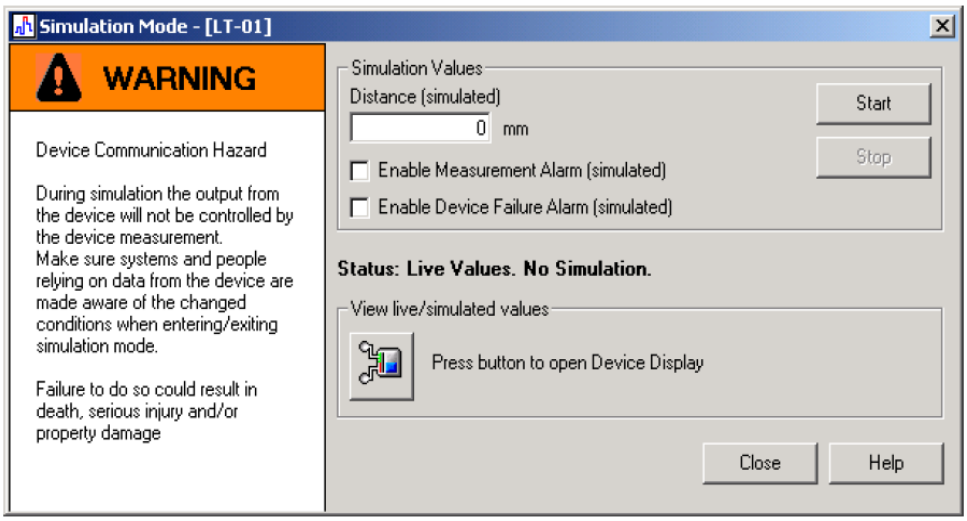

Simulation Mode - [LT-01]
WARNING
Device Communication Hazard
During simulation the output from the device will not be controlled by the device measurement.
Make sure systems and people relying on data from the device are made aware of the changed conditions when entering/exiting simulation mode.
Failure to do so could result in death, serious injury and/or property damage
Simulation Values
Distance (simulated)
0
mm
Start
Stop
Enable Measurement Alarm (simulated)
Enable Device Failure Alarm (simulated)
Status: Live Values. No Simulation.
View live/simulated values
Press button to open Device Display
Close
Help

Figura 113. Modo de simulación.

Simulamos con 4, 8, 12, 16 y 20mA, hacemos una tabla de comparación entre los valores dados y los valores en el cuarto de control, para hacer ajuste si es necesario, para tomar el valor real medido en ese momento Click→Update→Close→yes

Paso 9

Si en la simulación se observa un porcentaje de error alto en comparación con la Tabla 24, se deberá realizar ajuste.

Simulación "mA"	Nivel pantalla A^2 "%"
4.00	0.0
8.00	25.0
12.00	50.0
16.00	75.0
20.00	*100.0*

Tabla 24. Datos Ideales "transmisor de nivel radar".

Simulación "mA"	Nivel pantalla A^2 "%"
4.00	0.1
8.00	25.1
12.00	50.1
16.00	75.1
20.00	100.1

Tabla 25. Datos de Simulación "transmisor de nivel radar".

Nota: Según los datos obtenidos en la simulación (ver Tabla 25), no es necesario realizar ajuste del transmisor.

Aunque a continuación se muestra los pasos para realizar dicho ajuste:
Click→Output (Observar la *Figura 20*)→Analog Out 1 →Calíbrate
En ese momento se abre una nueva ventana, en la cual se ajusta la máxima y la mínima corriente, teniendo en cuenta la marcada en el multímetro.

Paso 10
Diagnostico del transmisor, aquí se podrá ver si el transmisor tiene alguna alarma activada o posee algún error.
Click en el símbolo que se muestra en la *Figura 114.*

Figura 114. Diagnostico de errores.

Si no se encuentra ningún error desconecte el transmisor dando click →Desconectar (Se encuentra en la parte superior).

Duración de la configuración con Rosemount Radar Master → 35 Minutos (Si se tiene las longitudes del tanque).

Nota: Para la medición de nivel longitudinal del tanque, se deberá tener en cuenta la longitud total del tanque hasta la brida donde es conectada, y la longitud total en la que se puede almacenar el elemento a medir.

Limpieza general, calibración y configuración→ **2 horas 45 minutos**

Esta labor fue realizada por un técnico de instrumentos & controles y un instrumentista I.

10.11 Verificación

Se monstrarán las curvas de calibración del transmisor de nivel radar 4500 en las cuales estan:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 115).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 116).

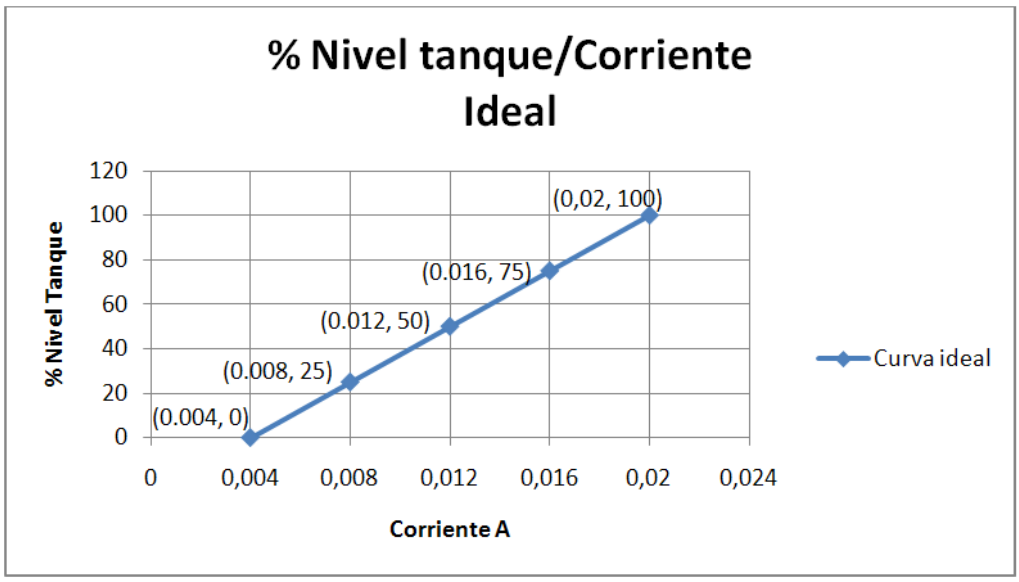


Figura 115. Curva Ideal de Calibración Transmisor de nivel.

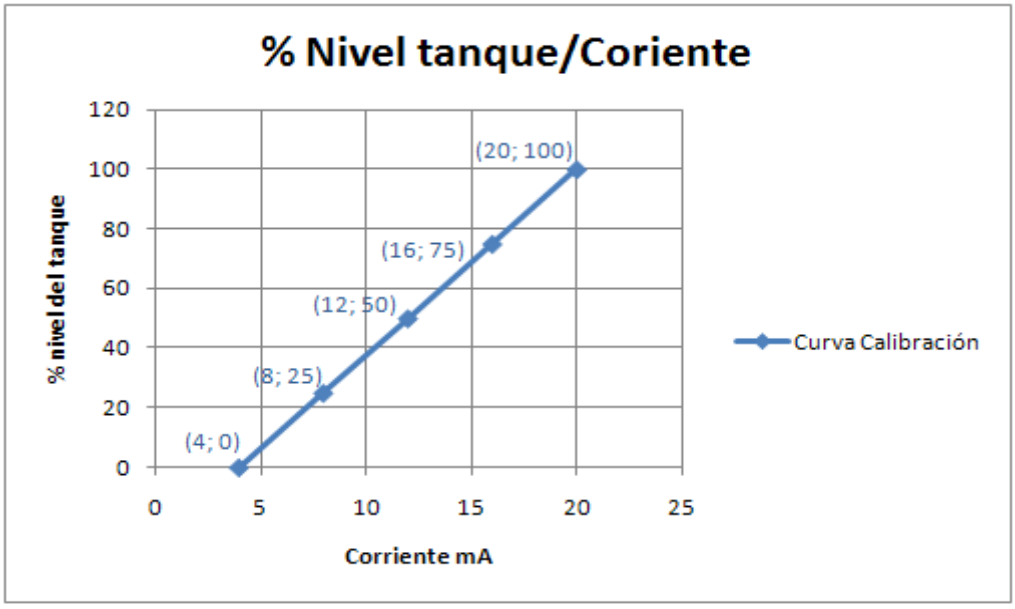


Figura 116. Curva de Calibración.

11 ESTANDARIZACIÓN TRANSMISOR DE TEMPERATURA ROSEMOUNT 248

Dispositivo de medición y transmisión de temperatura. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

11.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje, mantenimiento, calibración, ajuste, configuración, limpieza y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de los transmisores de temperatura Rosemount 248 es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de temperatura Rosemount 248 instalados en el Ingenio Risaralda.

11.2 Consideraciones de montaje

Según el continente en el que se encuentran:

11.2.1 Instalación típica para Europa y Asia del Pacífico

Transmisor montado en el cabezal con sensor tipo placa DIN (ver Figura 117).

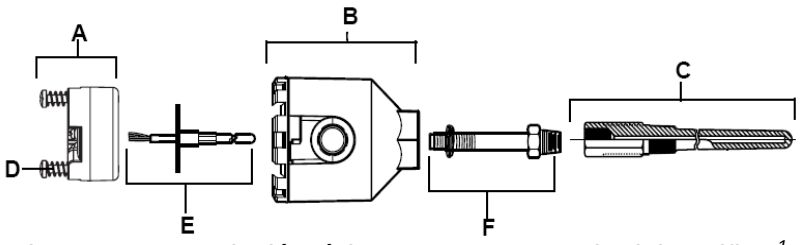


Figura 117. Instalación típica en Europa y Asia del pacifico.[1]

A = Transmisor 248 de Rosemount
B = Cabeza de conexión
C = Termopozo F = Extensión
D = Tornillos de montaje del transmisor
E = Sensor de montaje integral con conductores flotantes

11.2.2 Instalación típica para América del Norte y del Sur

Transmisor de montaje en el cabezal con sensor roscado (ver Figura 118).

[1] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount, *Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 6. [19]

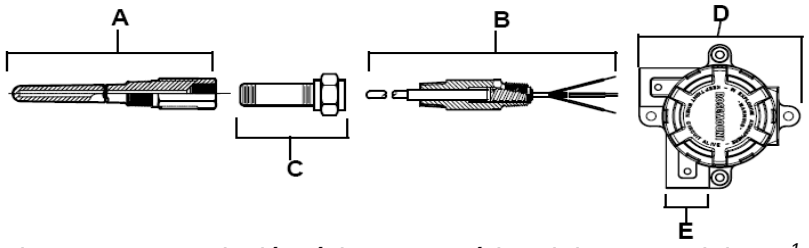


Figura 118. Instalación típica en América del Norte y del Sur.[1]

A = Termopozo roscado
B = Sensor de tipo roscado
C = Extensión estándar
D = Cabeza universal
E = Entrada para el conducto

11.2.2.1 Montaje en un carril DIN

Para acoplar el modelo 248H de Rosemount a un carril DIN, montar en el transmisor el juego de montaje en carril apropiado como se muestra en la Figura 119.

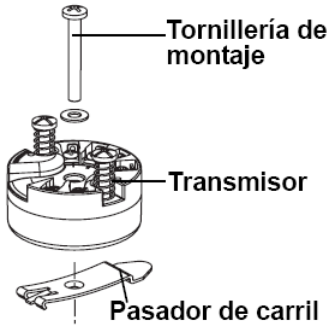


Figura 119. Montaje en un carril DIN.[2]

11.2.2.2 Transmisor de montaje en carril con sensor de montaje remoto

El montaje menos complicado (ver Figura 120) utiliza:

• un transmisor de montaje remoto
• un sensor de montaje integral con bloque de terminales
• una cabeza de conexión tipo integral
• una extensión estándar
• un termopozo roscado

[1] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 7. [19]
[2] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 7. [19]

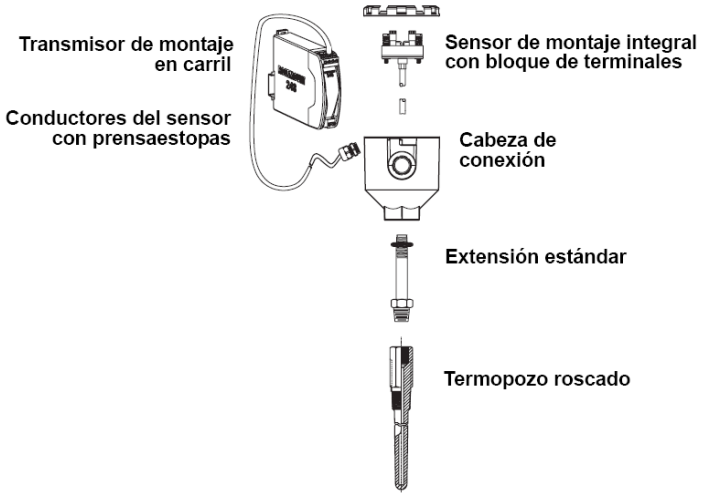

Transmisor de montaje en carril
Conductores del sensor con prensaestopas
Sensor de montaje integral con bloque de terminales
Cabeza de conexión
Extensión estándar
Termopozo roscado

Figura 120. Transmisor de montaje en carril con sensor de montaje remoto.[1]

11.2.2.3 Transmisor de montaje en carril con sensor roscado

En este montaje solo cambia la conexión del sensor con respecto a la Figura 121.

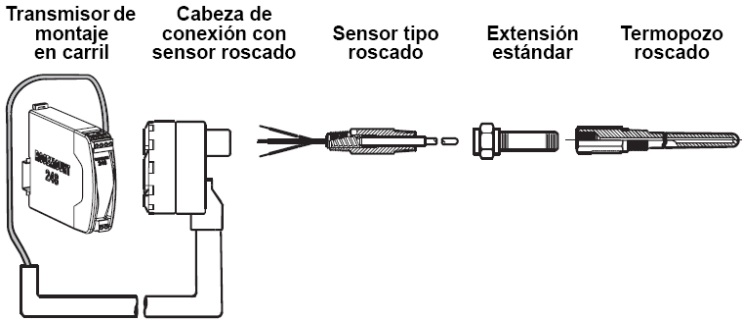


Figura 121. Transmisor de montaje en carril con sensor roscado.[2]

11.3 Conexión del cableado

• Los diagramas de cableado se encuentran en la etiqueta superior del transmisor.
• Se requiere una fuente de alimentación externa para hacer funcionar el transmisor.
• La alimentación necesaria a través de los terminales de alimentación del transmisor es de 12 a 42,2 V CC (los terminales de alimentación tienen una especificación de hasta 42,4 V CC). Para evitar que se dañe el transmisor, no permitir que el voltaje de los terminales caiga por debajo de 12,0 V CC cuando se estén cambiando los parámetros de configuración.

---

[1] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 9. [19]
[2] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 10. [19]

Alimentación del transmisor (ver Figura 122 y 123)

- Conectar el conductor de alimentación positivo al terminal “+”.
- Conectar el conductor de alimentación negativo al terminal “–”.
- Apretar los tornillos de los terminales.
- Aplicar alimentación (12–42 V CC).

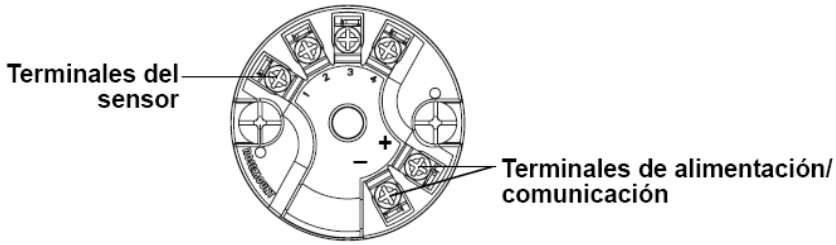


Figura 122. Transmisor de temperatura.[1]

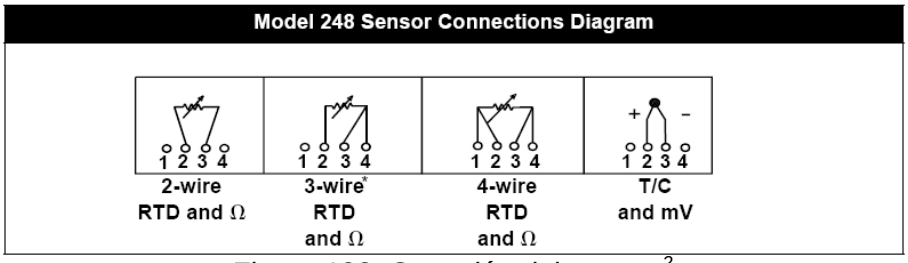


Figura 123. Conexión del sensor.[2]

Conexión a tierra del transmisor
Termopar sin conexión a tierra, mV y entradas para el detector de termorresistencia/ohmios

La instalación de cada proceso tiene diferentes requisitos de conexión a tierra. Usar las opciones de conexión a tierra recomendadas por el centro para el tipo de sensor específico, o comenzar con la Opción 1 de conexión a tierra (la más común).

Opción 1 (ver Figura 124):

- Conectar la pantalla del cableado del sensor al alojamiento del transmisor.
- Asegurarse de que la pantalla del cableado esté aislada eléctricamente respecto a dispositivos de fijación circundantes que puedan estar conectados a tierra.

[1] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 10. [19]
[2] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Rosemount 248 Temperature Monitoring Assembly, 00813-0100-4825, Rev CA Catalogo 2006,* pag. 3. [20]

- Conectar a tierra la pantalla del cable de señal en el extremo de la fuente de alimentación.

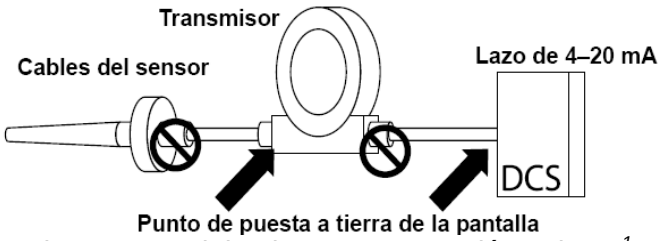


Figura 124. Alojamiento con conexión a tierra.[1]

Opción 2 (ver Figura 125):

- Conectar la pantalla del cableado de señal a la pantalla del cableado del sensor.
- Asegurarse de que las dos pantallas estén unidas entre sí y aisladas eléctricamente respecto al alojamiento del transmisor.
- Conectar la pantalla a tierra solamente en el extremo de la fuente de alimentación.
- Asegurarse de que la pantalla del sensor esté aislada eléctricamente respecto a dispositivos de fijación circundantes que estén conectados a tierra.

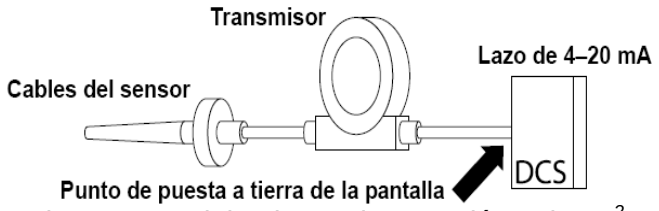


Figura 125. Alojamiento sin conexión a tierra.[2]

Opción 3 (ver Figura 126):

- Conectar a tierra la pantalla del cableado del sensor en el sensor, si es posible.
- Asegurarse de que las pantallas del cableado del sensor y del cableado de señal estén aisladas eléctricamente respecto al alojamiento del transmisor.
- No conectar la pantalla del cableado de señal a la pantalla del cableado del sensor.
- Conectar a tierra la pantalla del cableado de señal en el extremo de la fuente de alimentación.

---

[1] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 12. [19]
[2] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 13. [19]

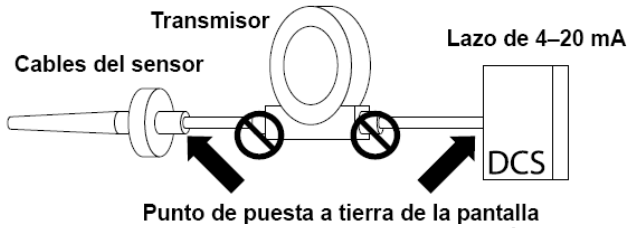


Figura 126. Alojamiento con o sin conexión a tierra.[1]

Opción 4 (ver Figura 127):

- Conectar a tierra la pantalla del cableado del sensor en el sensor.
- Asegurarse de que las pantallas del cableado del sensor y del cableado de señal estén aisladas eléctricamente respecto al alojamiento del transmisor.
- No conectar la pantalla del cableado de señal a la pantalla del cableado del sensor.
- Conectar a tierra la pantalla del cableado de señal en el extremo de la fuente de alimentación.

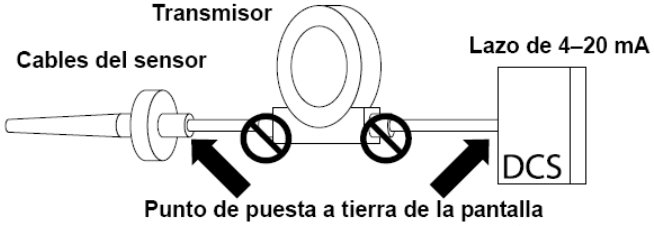


Figura 127. Conexión a tierra.[2]

11.4 Herramientas

Las herramientas utilizadas para este tipo de transmisor son: 2 llaves peston 10", atornillador de pala, atornillador de estría, cinta aislante, multímetro, un Hart 375 o 275, una caja de décadas, un calentador, un termómetro patrón, interface conexión transmisor—Hart, fuente de voltaje de 24V y una resistencia de 250Ω.

11.5 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados,

[1] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 14. [19]
[2] ROSEMOUNT, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006,* pag. 15. [19]

energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.

- Coordinar con el supervisor y con el operario el desmontaje del instrumento.
- Desconexión eléctrica de la tarjeta realizado por instrumentista de turno.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base para recordar instalación inicial y proceder con el desmontaje.
- Destapar bornera y verificar la ausencia de tensión.
- Desconexión eléctrica en campo del transmisor.
- Desconexión mecánica del transmisor.

Duración del desmontaje→ **1 hora 30 minutos**

11.6 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado cualquier golpe, rayón o movimiento brusco puede ocasionar daños graves; si es posible taparlo o empacarlo.
- Procure llevar únicamente el instrumento, es posible en el maletín de la herramienta o cualquier otro artefacto que tenga, para que no se dificulte el traslado y ocasione daños.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte→**20 Minutos**

11.7 Mantenimiento General

El mantenimiento general se divide en cuatro partes:

- Limpieza general.→ Tiempo estimado 20 minutos.
- Calibración.→ Tiempo estimado 4 horas.
- Ajuste. → Si esta fuera de la tolerancia permitida, se debe realizar el ajuste→45 minutos, para luego realizar calibración.

11.8 Limpieza en General

Limpieza externa e interna del transmisor, limpieza externa del sensor de temperatura. “Informar cualquier anomalía observada al supervisor de instrumentación”

11.9 Calibración

1. Para la calibración se deberá realizar el montaje mostrado en la Figura 128 y 129

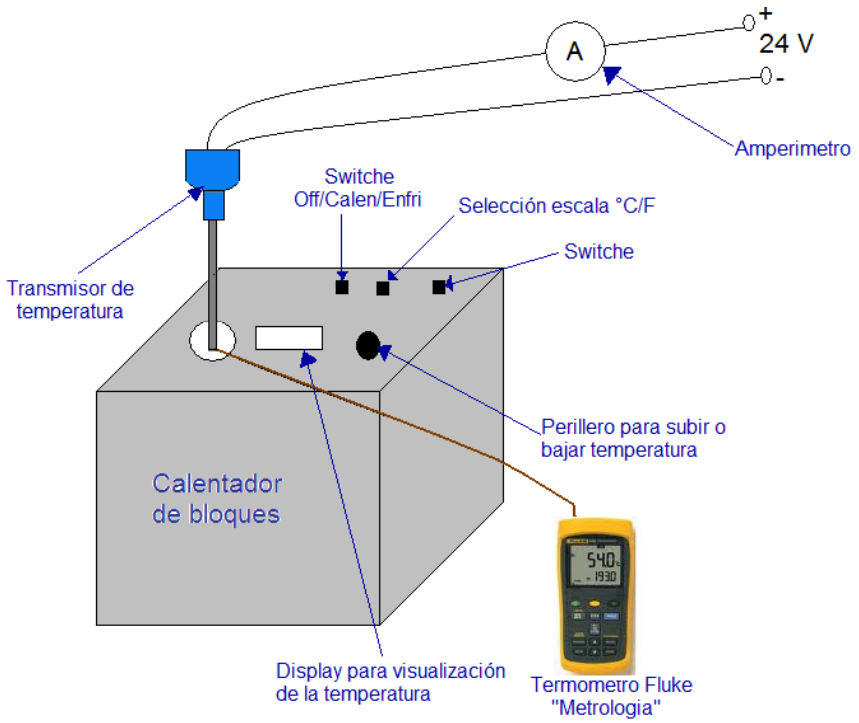


Figura 128. Montaje para calibración de transmisores de temperatura.

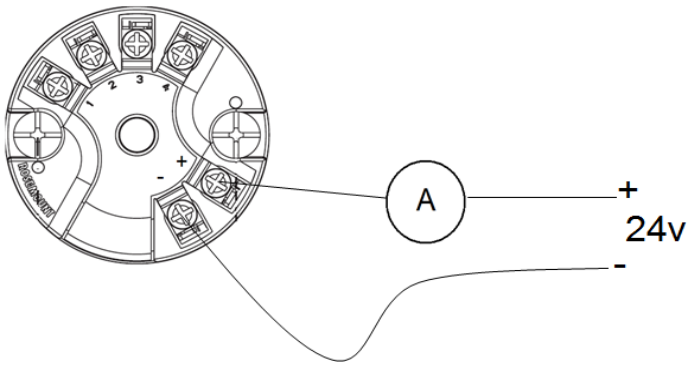


Figura 129. Conexión eléctrica para la Calibración.

En donde se debe conocer el rango del transmisor para sacar la tabla necesaria para la calibración (0%,25%.50%,75%,100%).

Es decir si el rango se encuentra entre 32~400ºF (ver Tabla 26).

°F	mA
32	4
124	8
216	12
308	16
400	20

Tabla 26. Datos Ideales del transmisor de temperatura.

Si se encuentra que la corriente no corresponde a la tabla ideal según se muestra en la Tabla 27, se realiza calibración del transmisor y del sensor por aparte.

Calentador Metrología [°F]	Fluke 54II [°F]	Multímetro [mA]	T° F Calculada (X)	ΔError
89.9	90.1	7.94	122.78	32.88
122.3	123.9	9.71	163.56	41.26
212.9	215.9	13.46	249.97	37.07
305.9	307.9	17.59	345.13	39.23
397.6	400.0	21.43	433.61	36.01

Tabla 27. Datos de Calibración del transmisor de temperatura.

$$Y = mX + b \qquad (24)$$

En donde:

$$m = 0.0434\ {}^{mA}/_{\circ \mathrm{F}} \qquad (25)$$

$$b = 4 - (0.0434 * 32) = 2.6112mA \qquad (26)$$

$$X = (i - 2.6112)/0.0434 \qquad (27)$$

Nota: Se debe tomar los datos vistos desde el Hart y realizar su respectiva tabla de calibración. Dicha tabla es necesaria para validar la calibración del equipo.

Error promedio→ 37.29°F
Error Máximo→41.26°F

11.10 Ajuste

Para realizar el ajuste de dicho transmisor es necesario el Hart 275 o el 375 y se debe tener en cuenta las Figuras 130, 131, 132, 133, 134 y 135.

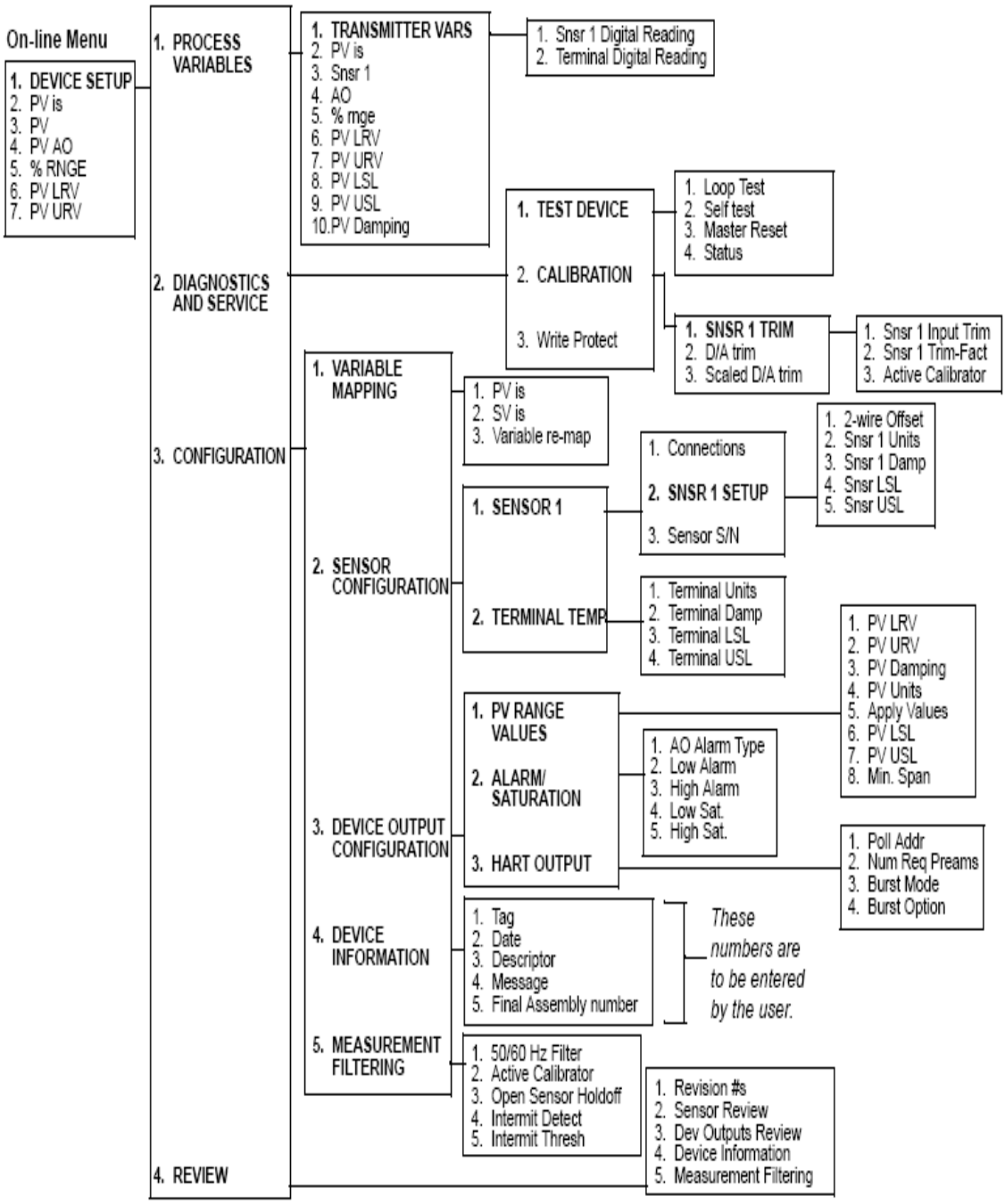


Figura 130. Menú del Hart 275.

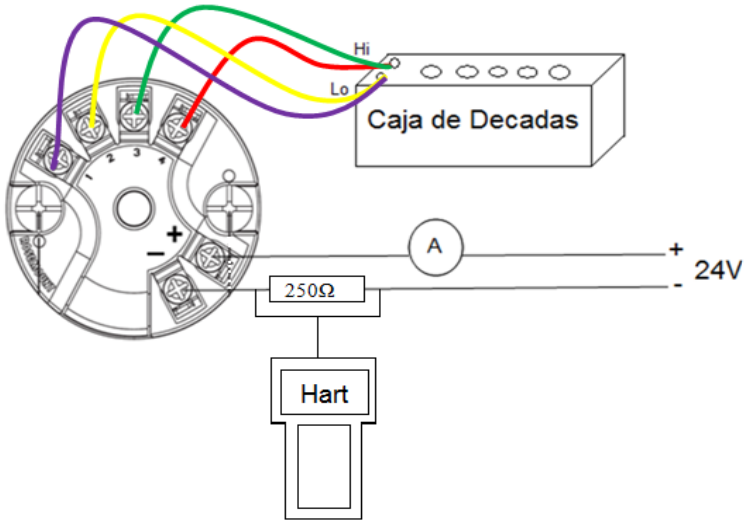


Figura 131. Conexión del Hart 275.

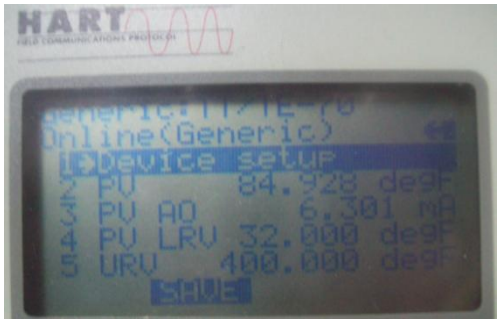
Se enciende el Hart ya estando la conexión de la figura 131, se espera hasta que la conexión sea exitosa.

Teclas para seleccionar

Teclas para entrar

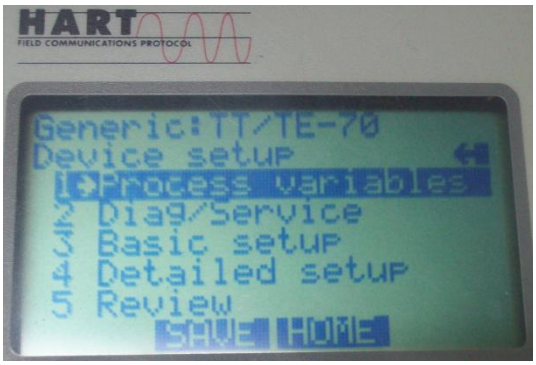
Tecla para escape

Figura 132. Hart 275.



Se selecciona Device Setup y pulsamos "→"

Figura 133. Hart 275 en línea.



Se selecciona Diag/Service, y pulsamos "→"

Figura 134. Variables del proceso.

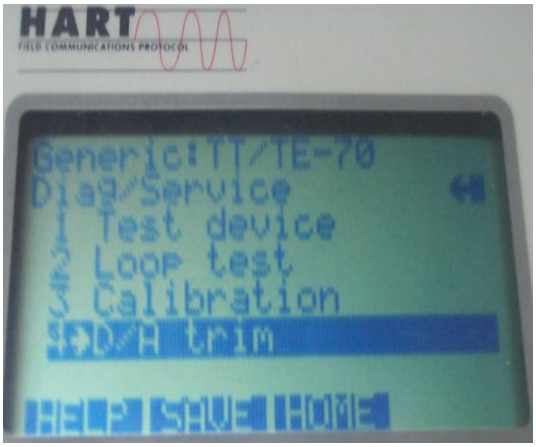


Figura 135. Ajuste con Hart 275.

Se selecciona D/A trim, y pulsamos "→"

Nota: Aquí se puede realizar el ajuste, ya que el Hart induce una corriente de salida de 4mA, la cual es comparada con la mostrada en el multímetro, si la corriente que induce el Hart es diferente a la que muestra el multímetro, se debe escribir la corriente del multímetro en el Hart para que este haga el ajuste, dicho procedimiento es el mismo para los 20mA.

Después de dicho ajuste del transmisor, se toma de nuevo la tabla de calibración pero utilizando la caja de décadas, simulando el sensor que en este caso fue un PT100 (ver Tabla 28).

Caja de Décadas [Ω]	Multímetro [mA]	Temperatura según Ω [mA]	T° F Calculada (X)	ΔError Tideal-Tcalculada
100	4.17	32	35.91	3.91
119.8	8.11	124	126.70	2.7
139.3	12.07	216	217.94	1.94
158.559	16.03	308	309.18	1.18
177.472	20.03	400	401.35	1.35

Tabla 28. Datos de Calibración con ajuste del transmisor de temperatura.

Nota: Se debe tomar los datos vistos desde el Hart y realizar su respectiva tabla de calibración. Dicha tabla es necesaria para validar la calibración del equipo.

Error promedio→ 2.77°F

Error Máximo→3.91°F

11.11 Montaje

- Se coordina con el operador el montaje del transmisor.
- Destapar bornera.
- Hacer conexión mecánica y conexión eléctrica en campo.
- Tapar bornera
- Sello con la fecha del mantenimiento.
- Protección con película de plástico.
- Conexión eléctrica en el cuarto de control realizado por instrumentista de turno.
- Hacer seguimiento con el operador de proceso al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje→ **1 hora 30 Minutos**

11.12 Verificación

Se monstrarán las curvas de calibración del transmisor de temperatura Rosemonunt 248 en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 136).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 137).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 138).

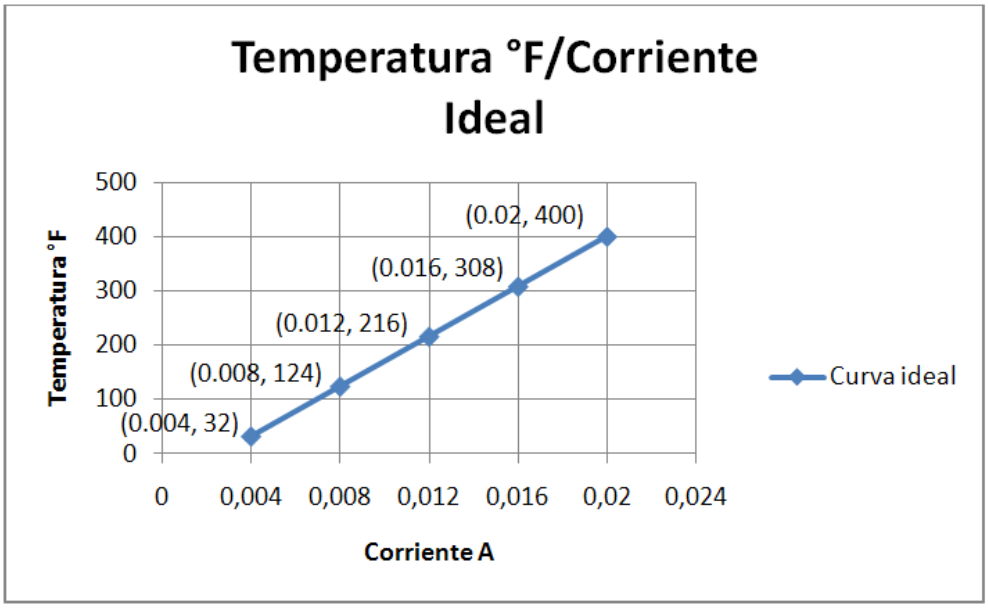


Figura 136. Curva Ideal de Calibración del transmisor de temperatura.

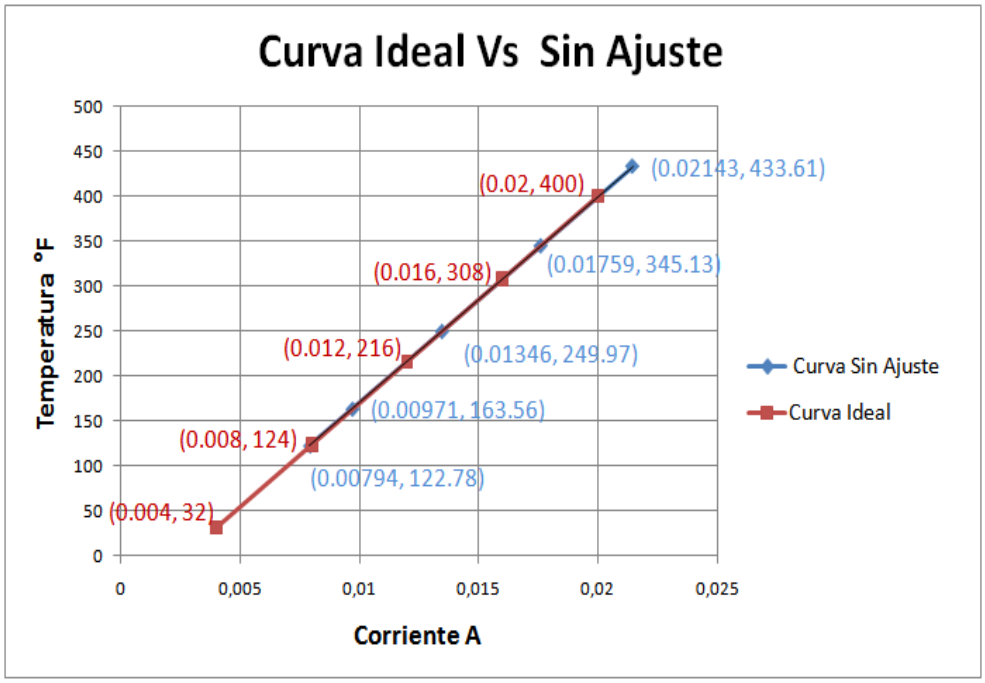


Figura 137. Curva ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste.

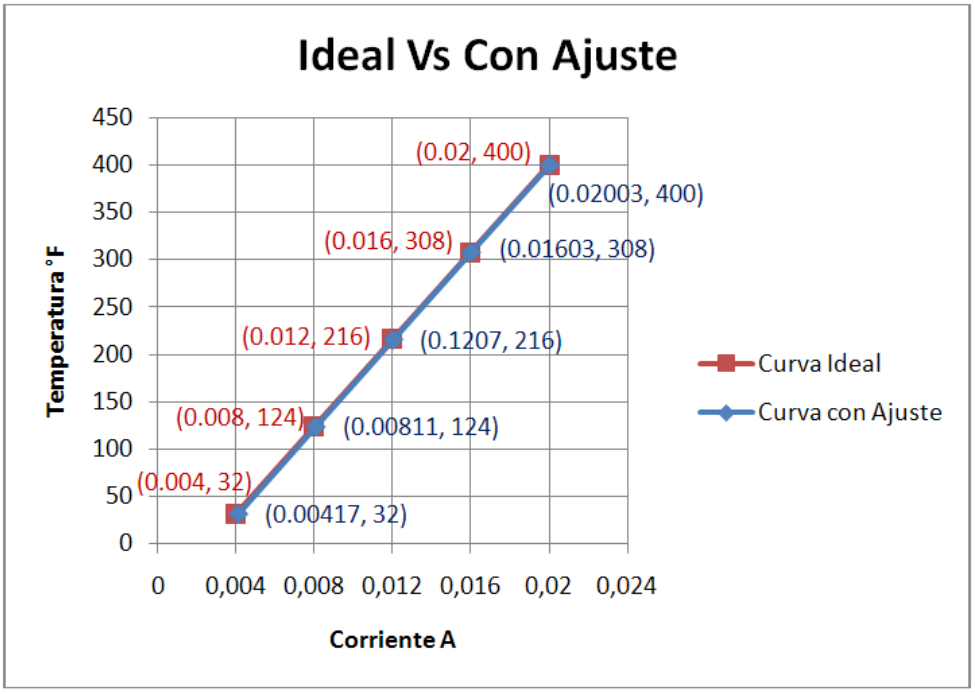


Figura 138. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste.

12 ESTANDARIZACIÓN MANTENIMIENTO TRANSMISOR DE TEMPERATURA SIEMENS

Dispositivo de medición y transmisión de temperatura. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

12.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje, mantenimiento, calibración, ajuste, configuración y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de los transmisores de temperatura Siemens utilizando una RTD, es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los transmisores de temperatura Siemens instalados en el Ingenio Risaralda.

12.2 Consideraciones de montajes

Antes de montar el transmisor del cabezal, observe las Figuras 139 y 140.

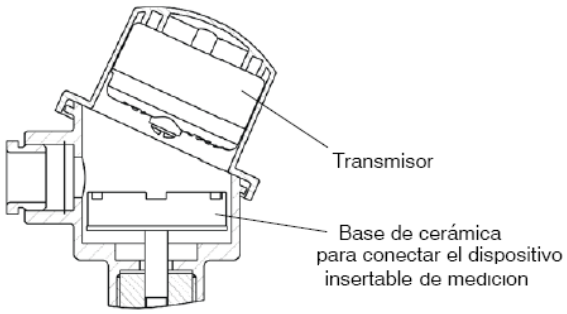


Figura 139. Fijación del transmisor en la tapa del cabezal de conexión.[1]

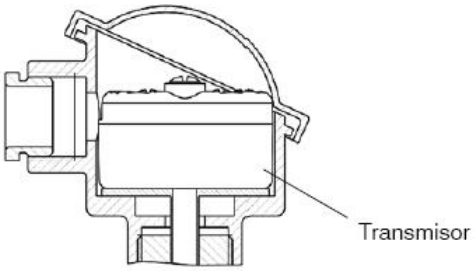


Figura 140. Fijación del transmisor en el fondo del cabezal de conexión.[2]

[1] SIEMENS, Transmisor de temperatura Sitrans TH200/TH300*, A5E00393071-01, Edición de 06/2006,* pag. 13. [21]
[2] SIEMENS, Transmisor de temperatura Sitrans TH200/TH300*, A5E00393071-01, Edición de 06/2006,* pag. 13. [21]

12.2.1 Montaje sobre perfil DIN simétrico y riel en G

El transmisor se puede fijar tanto a un perfil DIN simétrico de 35 mm (DIN EN50022) como a un riel en G de 32 mm (DIN EN50035) (ver Figura 141, 142 y 143).

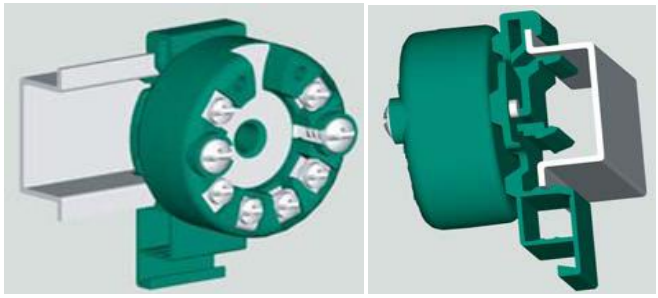


Figura 141. Fijación del transmisor al perfil DIN simétrico.[1]

Figura 142. Fijación del transmisor al rial en G.[2]

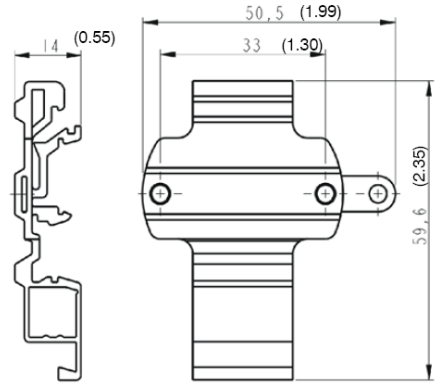


Figura 143. Medidas del perfil DIN simétrico.[3]

[1] SIEMENS, Transmisor de temperatura Sitrans TH200/TH300*, A5E00393071-01, Edición de 06/2006,* pag. 14. [21]
[2] SIEMENS, Transmisor de temperatura Sitrans TH200/TH300*, A5E00393071-01, Edición de 06/2006,* pag. 14. [21]
[3] SIEMENS, Transmisor de temperatura Sitrans TH200/TH300*, A5E00393071-01, Edición de 06/2006,* pag. 15. [21]

12.3 Conexión eléctrica

Conecte los hilos de la alimentación de la energía auxiliar de acuerdo con la Figura 144 a los bornes “1(+)’’ y ‘’2(--)’’ teniendo en cuenta la polaridad y la conexión del sensor de acuerdo a las Figuras 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152 y 153.

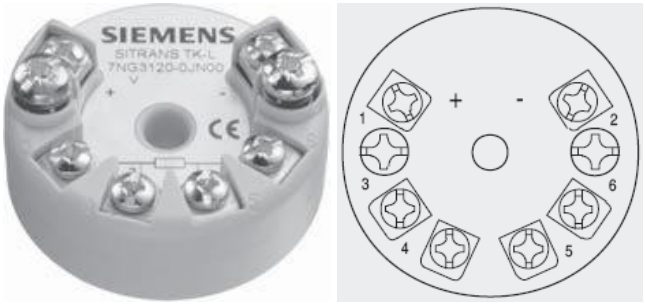


Figura 144. Transmisor de temperatura.

Conexión Termorresistencia

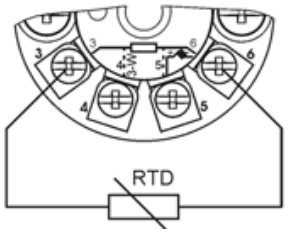


Figura 145. A 2 hilos.

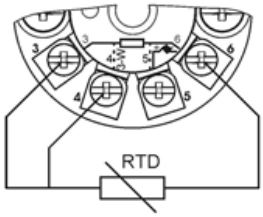


Figura 146. A 3 hilos.

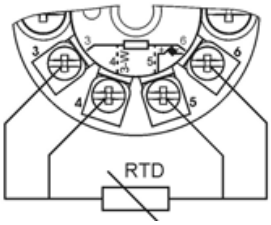


Figura 147. A 4 hilos.

Conexión Resistencia

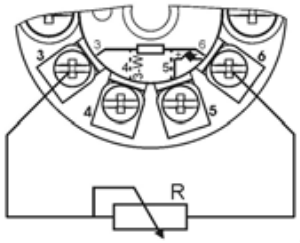


Figura 148. A 2 hilos.

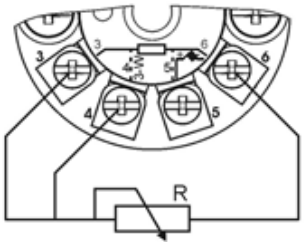


Figura 149. A 3 hilos.

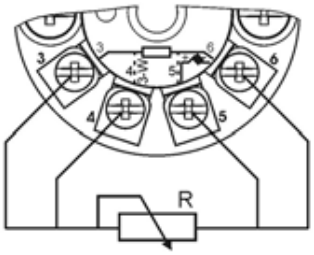


Figura 150. A 4 hilos.

Conexión Termopar “Compensación interna de los extremos libres”

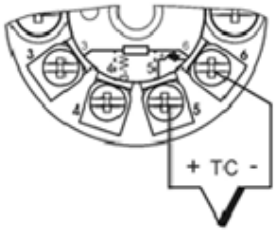


Figura 151. Valor fijo.

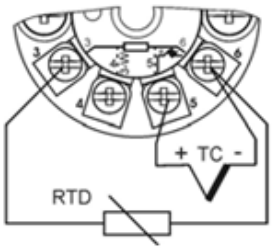


Figura 152. Pt100 2 hilos.

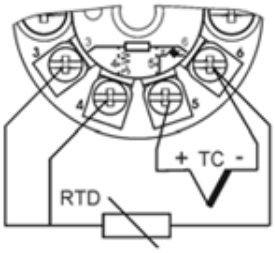


Figura 153. Pt 100 3 hilos.

12.4 Herramientas

Utilizar herramientas necesarias para el montaje y desmontaje (1 llave de tubo, atornillador de pala, atornillador de estría, cinta aislante, multímetro, llave peston 10", un PC Windows 2000-98 con puerto serial, interface Sitrans TK-L y software Siprom TK.

12.5 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación del transmisor con el operario de cuarto de control.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario el desmontaje del instrumento.
- Desconexión eléctrica de la tarjeta en el cuarto de control, realizado por instrumentistas de planta.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base para recordar instalación inicial y proceder con el desmontaje.
- Destapar bornera y verificar la ausencia de tensión.
- Desconexión eléctrica en campo del transmisor.
- Desconexión mecánica del transmisor.

Duración del desmontaje→ **1 hora 30 minutos**

12.6 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado cualquier golpe, rayón o movimiento brusco puede ocasionar daños graves; si es posible taparlo o empacarlo.
- Procure llevar únicamente el instrumento.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento.

Duración del transporte→**20 Minutos**

12.7 Mantenimiento General

El mantenimiento general se divide en cuatro partes:
1. Limpieza general.→ Tiempo estimado 20 minutos.
2. Calibración.→ Tiempo estimado 4 horas.
3. Ajuste. → Si esta fuera de la tolerancia permitida, se debe realizar el ajuste→45 minutos, para luego realizar calibración.

12.8 Limpieza General

Limpieza externa e interna del transmisor, limpieza externa del sensor de temperatura. "Informar cualquier anomalía observada al supervisor de instrumentación"

12.9 Calibración

1. Para la calibración se deberá realizar el montaje realizado en la Figura 154 y 155.

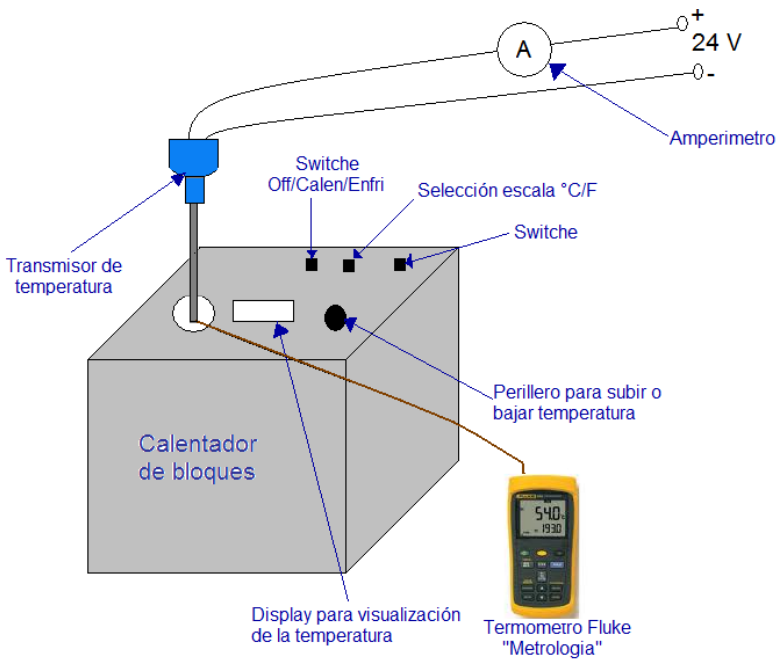


Figura 154. Montaje para calibración de transmisores de temperatura.

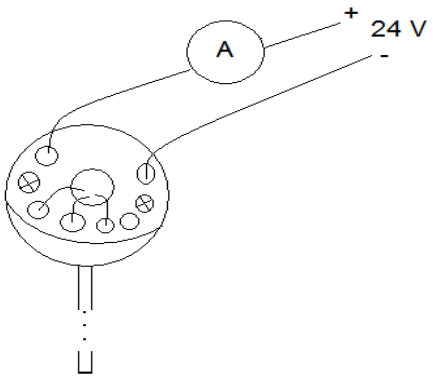


Figura 155. Conexiones eléctricas para la Calibración.

En donde se debe conocer el rango del transmisor para sacar la tabla necesaria para la calibración (0%,25%.50%,75%,100%), es decir si el rango se encuentra entre 32~400F (ver Tabla 29).

°F	mA
32	4
124	8
216	12
308	16
400	20

Tabla 29. Datos Ideales "tx de temperatura".

Si se encuentra que la corriente no corresponde a la tabla ideal según se muestra en la Tabla 30, se realiza ajuste para una nueva calibración.

Fluke "Metrología" °F	Calentador °F	Corriente "mA"	°F calculada (X)	ΔError
123.9	124.1	7.8	119.558	4.342
216.0	216.0	11.8	211.724	4.276
308.0	308.0	15.79	303.659	4.341
399.9	400.0	19.80	396.055	3.845

Tabla 30. Datos tomados "tx temperatura".

- Se debe tomar los datos obtenidos del software SIPROM TK

Nota: Tener en cuenta la ecuación 27, ya que el rango del transmisor es el mismo.

12.10 Ajuste

Para realizar el ajuste de dicho transmisor es necesario los siguientes elementos:

- PC
- Software
- Interface Sitrans TK-L

Dicho ajuste se hace realizando el montaje mostrado en la Figura 156.

Nota: Si se encuentra un error en la interfaz se verifica el puerto que se está transmitiendo Click izquierdo "Setup"→click izquierdo "com_port"→seleccionar el puerto en el que se quiere realizar la comunicación.

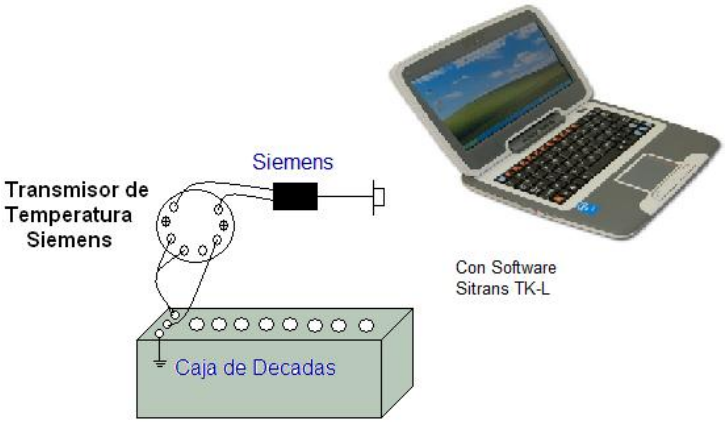


Figura 156. Montaje para realizar el ajuste.

- Después de realizar dicho montaje se realiza el siguiente procedimiento:

Click izquierdo "Inicio" →Click izquierdo "programas"→click izquierdo "SIPROM TK" (ver Figura 157).

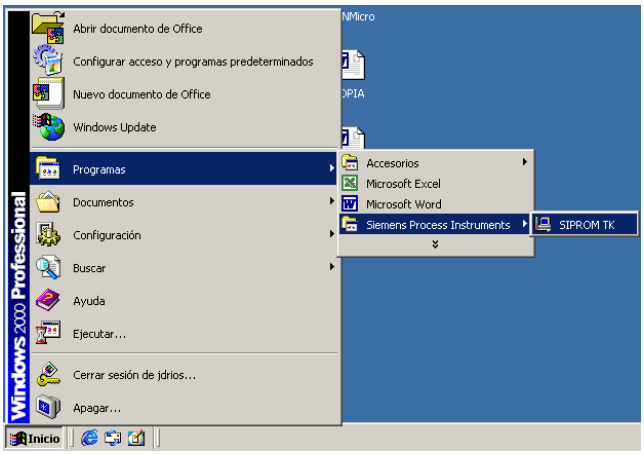


Figura 157. Manejo de software.

- Se abre la ventana en donde se puede observar el entorno de trabajo del SIPROM TK

Click izquierdo “Products” →Click izquierdo “SITRANS TK-L” como se puede observar en la Figura 158.

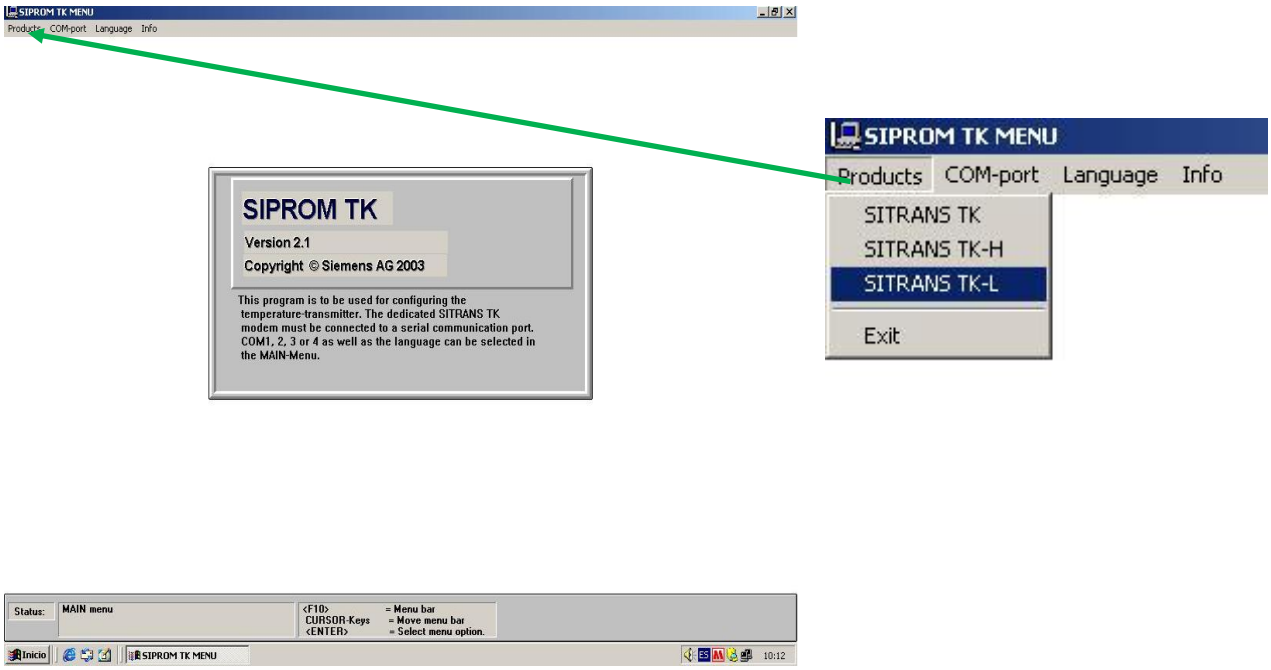

SIPROM TK MENU
Products COM-port Language Info
SIPROM TK
Version 2.1
Copyright © Siemens AG 2003
This program is to be used for configuring the temperature-transmitter. The dedicated SITRANS TK modem must be connected to a serial communication port. COM1, 2, 3 or 4 as well as the language can be selected in the MAIN-Menu.
SIPROM TK MENU
Products COM-port Language Info
SITRANS TK
SITRANS TK-H
SITRANS TK-L
Exit
Status: MAIN menu
<F10> = Menu bar
CURSOR-Keys = Move menu bar
<ENTER> = Select menu option.

Figura 158. Entorno principal del software.

- Se Abre una nueva ventana (ver Figura 160).

Click izquierdo “Receive data” como se puede observar en la Figura 159 y 162.

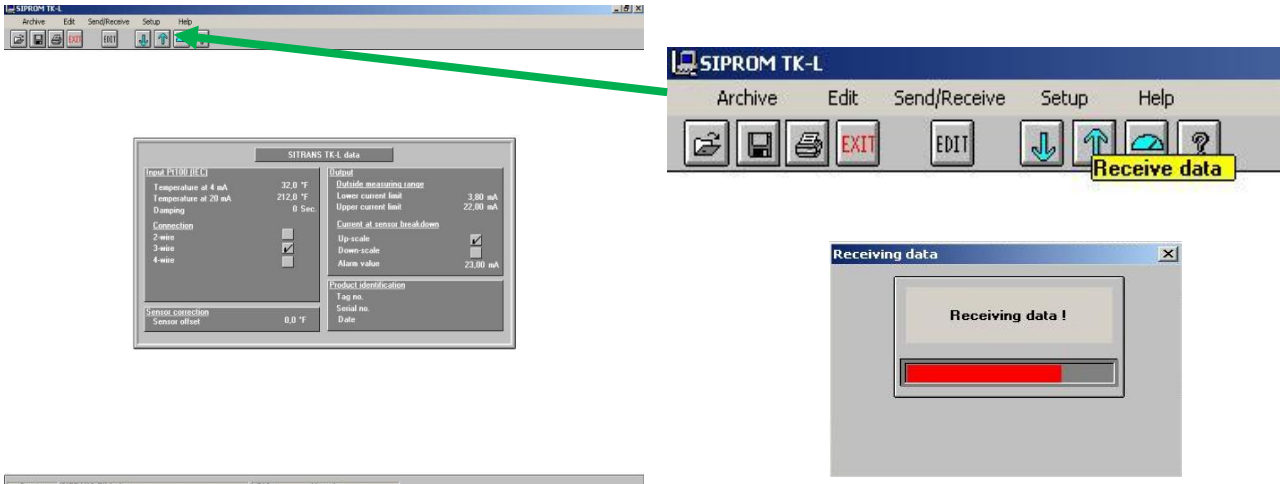


Figura 159. Recepción de la información.

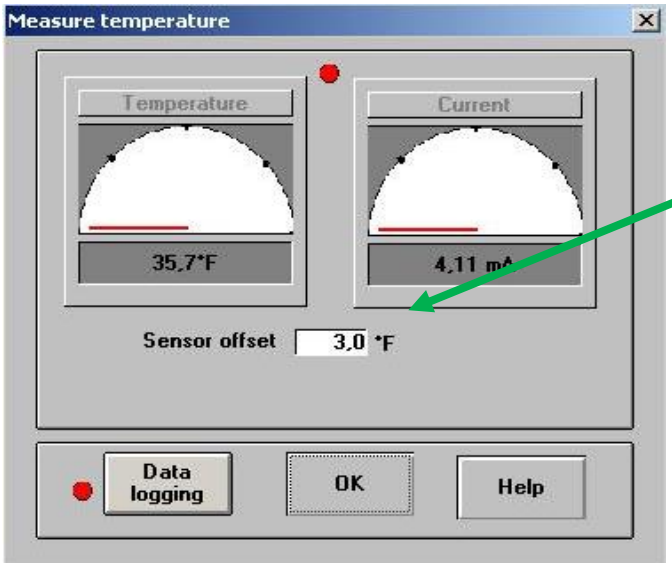
Figura 160. Configuración del transmisor.

Figura 162. Transmisión completa.

Después de realizarse la transmisión Click izquierdo “Measure temperature”(ver Figura 161).

Figura 161. Entorno SIPROM TK-L.

- Se abre esta nueva ventana en donde se hace de nuevo la calibración, utilizando las décadas de resistencia de acuerdo a la tabla de Thermocuple/RTD.



Para hacer el ajuste se realiza el cambio del offset, hasta que los valores de la corriente sean aproximadamente iguales.

Figura 163. Ajuste del sensor.

- Envio de la información al transmisor.

Figura 164. Envio de configuración.

- Salir del programa después de realizarse el ajuste (ver Figura 165).

Figura 165. Salida del software SIPROM TK-L.

La nueva calibración (ver Tabla 31) puede realizarse a través del programa en donde podemos cambiar el valor de la resistencia, dependiendo de las tablas Thermocuple/RTD.

Caja de Décadas "Ω"	Corriente "mA"	Temperatura "°F"
100	3.99	32
119.8	7.97	124
139.3	11.9	216
158.559	15.94	308
177.472	19.93	400

Tabla 31. Calibración con Ajuste "tx temperatura".

12.11 Montaje

- Se coordina con el operador el montaje del transmisor
- Destapar bornera
- Hacer conexión mecánica y conexión eléctrica en campo.
- Tapar bornera
- Sello con la fecha del mantenimiento.
- Protección con película de plástico.
- Conexión eléctrica en el cuarto de control por instrumentistas de turno en coordinación con supervisor de instrumentación.
- Hacer seguimiento con el operador al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje→ **1 hora 30 Minutos**

12.12 Verificación

Se monstrarán las curvas de calibración del transmisor de temperatura siemens Sintras TK-L en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 166).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 167).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 168).

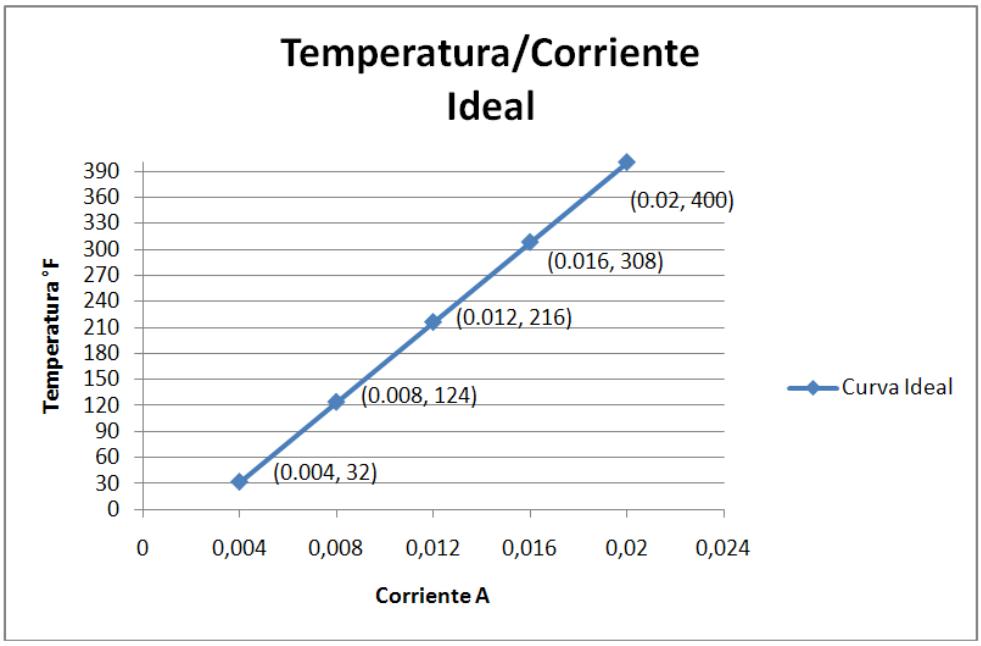


Figura 166. Curva Ideal de Calibración.

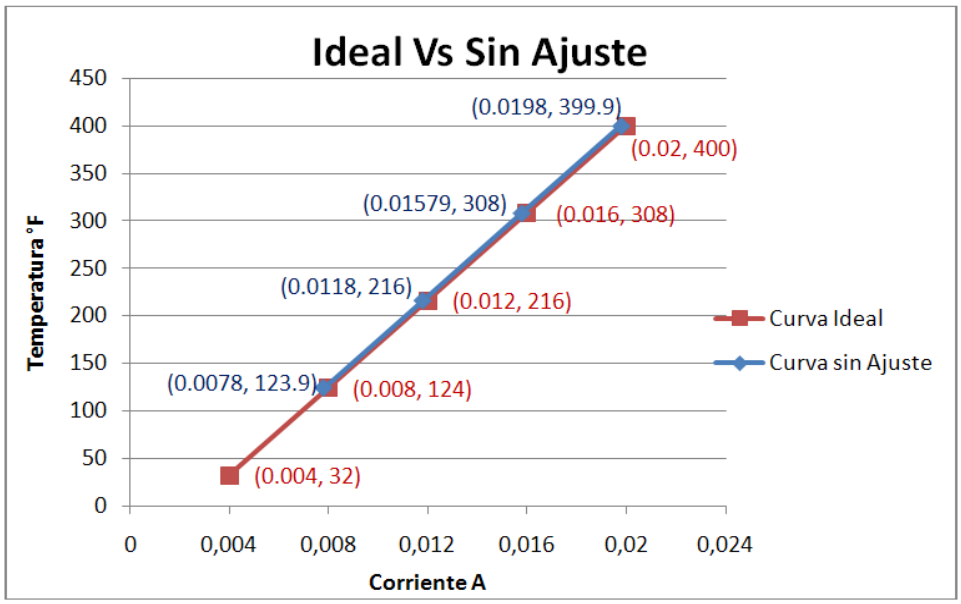


Figura 167. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste.

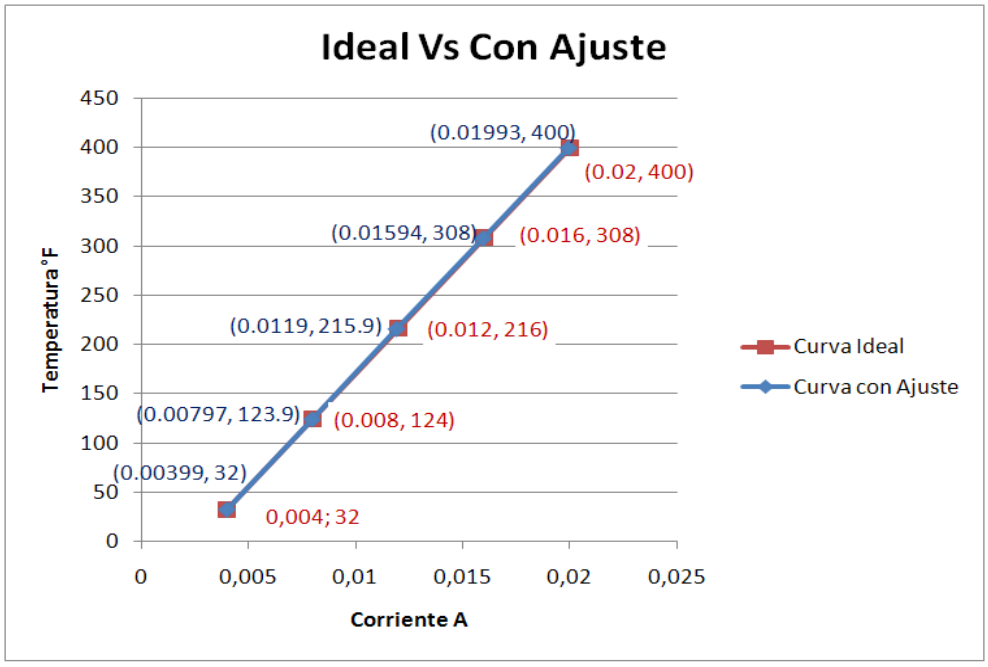


Figura 168. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste.

13 ESTANDARIZACIÓN VÁLVULA MARIPOSA MASONEILAN

Dispositivo que varía un orificio de paso permitiendo cambiar linealmente el caudal de un fluido. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

13.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje, mantenimiento, calibración, ajuste, configuración del posicionador y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de las válvulas mariposa es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a las válvulas mariposas instaladas en el Ingenio Risaralda.

13.2 Consideraciones de montaje Válvula Mariposa

El actuador puede ser perpendicular o paralelo con la tubería, con el actuador al derecho (el estándar) o izquierdo al cuerpo de válvula, visto desde la entrada de la válvula.

13.3 Instalación

Estas válvulas pueden ser instaladas en cualquier posición (ver Figura 169 y 170).

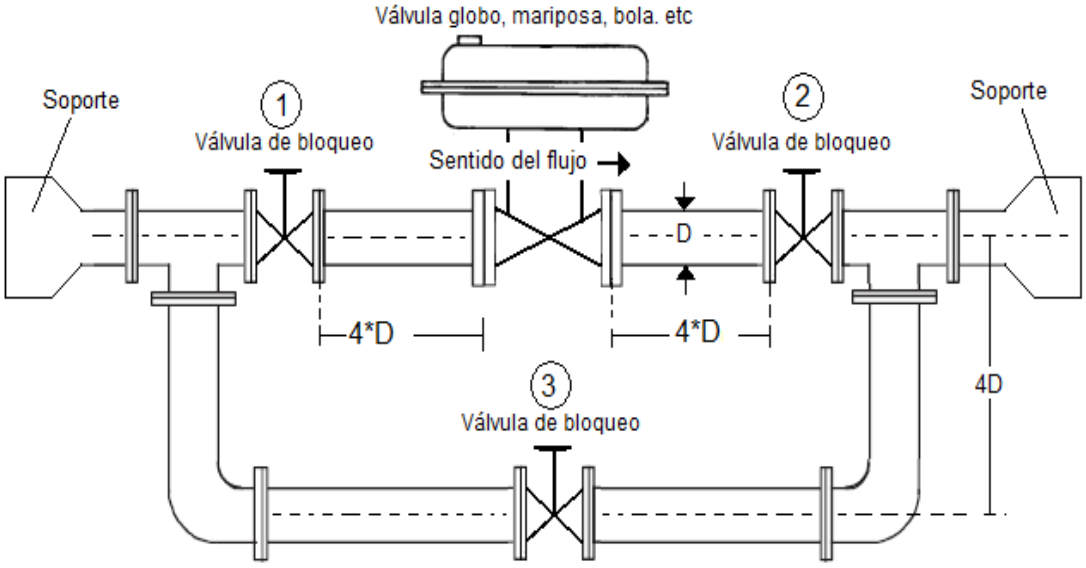


Figura 169. Montaje Estándar Válvulas Automáticas.

Este típico montaje fue realizado por el Ing. Henry Ortiz, en proyectos.

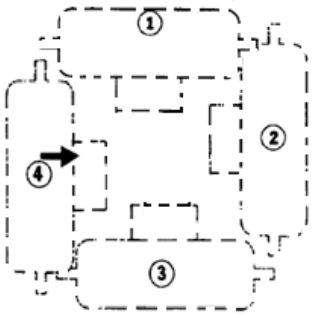


Figura 170. Orientaciones del Actuador.

13.4 Herramientas

Dos llaves peston de 10", llave boca fija 9/16, destornillador de pala, llave 19MM, brocha, pintura base, aceite penetrante, llaves Allen (5/32, 8MM, 1/4, 3/16), grasa, trapo, lija de 400, un cepillo de alambre, martillo, grasa, un niple, un atornillador de estría 3/16*4in, dos diferenciales, dos estrobos, dos manilas y banco de pruebas hidrostáticas

Nota: Utilizar ratcher para facilitar el trabajo a la hora de retirar los tornillos del cabezal de la válvula.

13.5 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación de la válvula con el operario de cuarto de control.
- Ubicar físicamente la válvula.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario del cuarto de control el desmontaje del equipo.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base, para recordar instalación inicial y su ubicación.
- Cerrar las válvulas de la señal de control y de alimentación.
- Desconexión neumática señal de control y su alimentación, realizada por instrumentista de turno.
- Desconexión Mecánica
- Permiso de salida, si la válvula se encuentra en Destilería

Duración del montaje → **3 horas 30 minutos**

13.6 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado de cualquier golpe que pueda ocasionar daños graves, si es posible taparlo o empacarlo.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte → **20 Minutos**

13.7 Mantenimiento

Válvula que requiere mantenimiento (ver Figura 171).

Figura 171. Válvula Mariposa Masoneilan.

1. Retirar el posicionador de la válvula (ver Figura 172).
   - Retirar los tornillos que sujetan la tapa del posicionador.

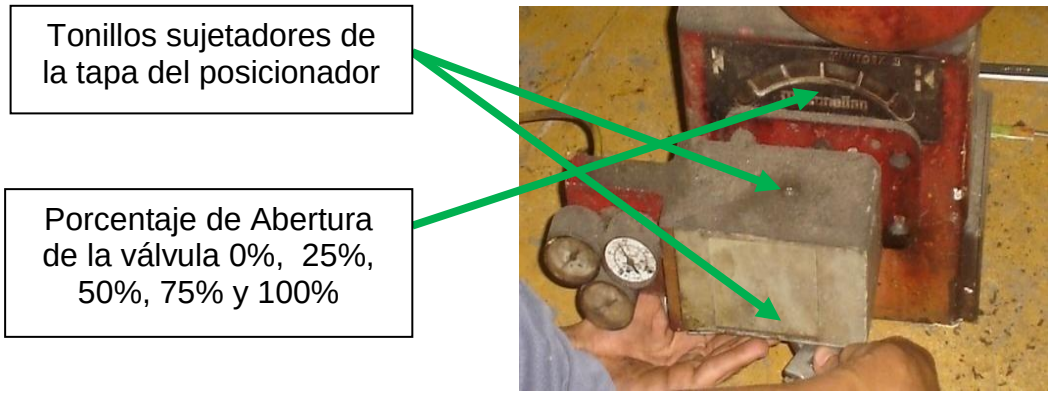


Figura 172. Tapa del posicionador de la válvula.

   - Retirar el tornillo que sujetan la leva (ver Figura 173).

- Retirar los tornillos sujetadores del posicionador (ver Figura 173).

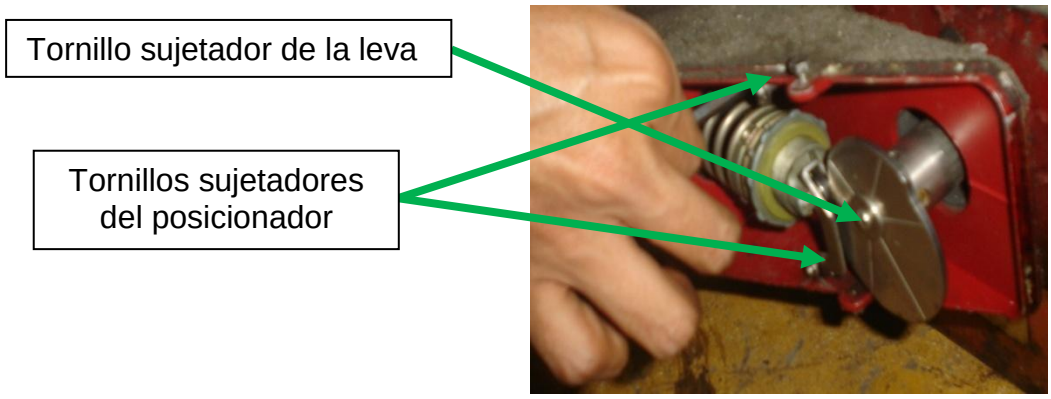


Figura 173. Desmontaje del posicionador.

- Retirar los tornillos prisioneros de la base de la leva (ver Figura 174).

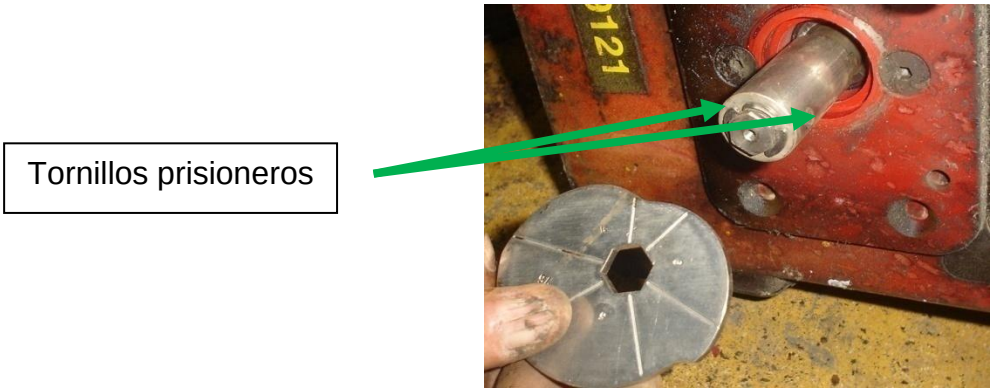


Figura 174. Desmontaje de la leva del posicionador.

- Retirar el tornillo Allen de ¼ que fija este acople al eje del vástago de la válvula, este tornillo se encuentra en el fondo del orificio (ver Figura 175).

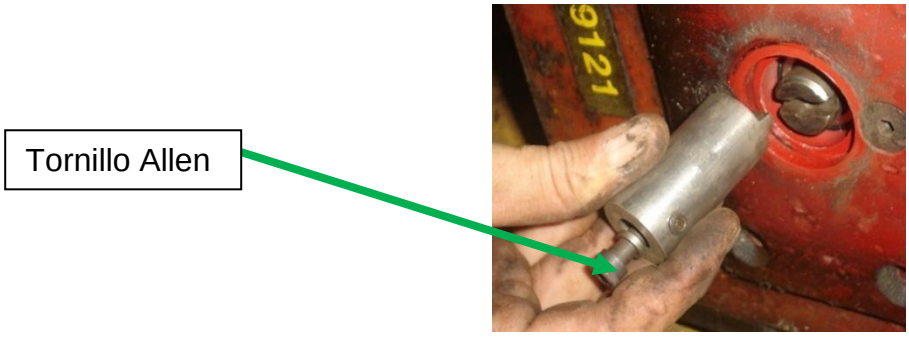


Figura 175. Acople del posicionador.

2. Retirar el cuerpo de la válvula.

- Retirar las 4 tuercas y los dos tronillos espárragos, (Dos de ellas sujetan el prensaestopas y las otras dos sujetan el cuerpo de la válvula) (ver Figura 176).

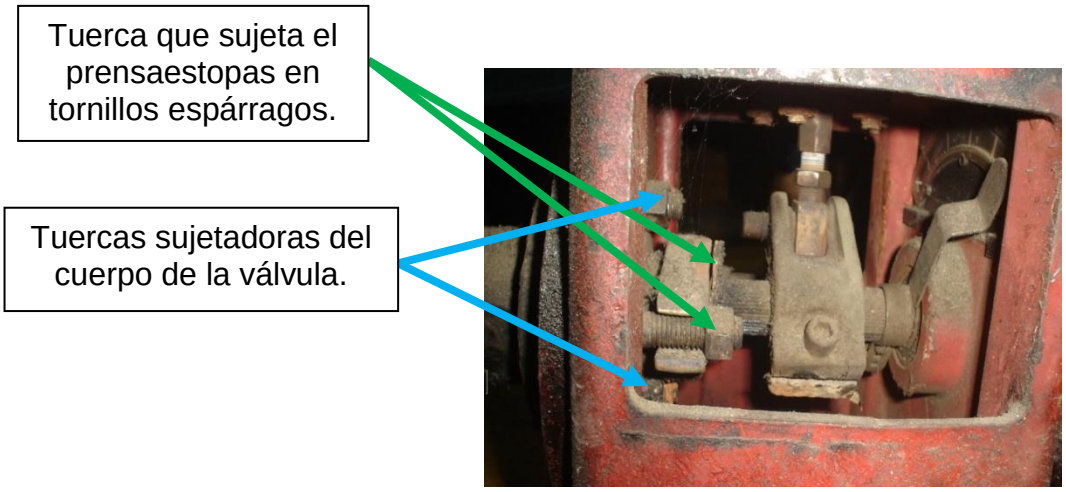


Figura 176. Paso 1 para desmontaje del cuerpo de la válvula.

- Retirar el tornillo sujetador del eje (ver Figura 177).
- Retirar el tornillo cabeza de pala (El cual es el encargado de sujetar el indicador) (ver Figura 177).

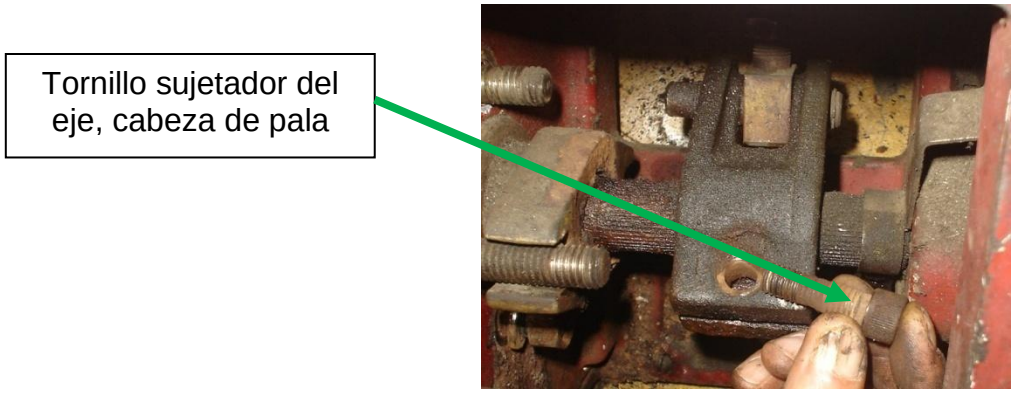


Figura 177. Paso 2 para desmontaje del cuerpo de la válvula.

- Retirar el cuerpo de la válvula (ver Figura 178).

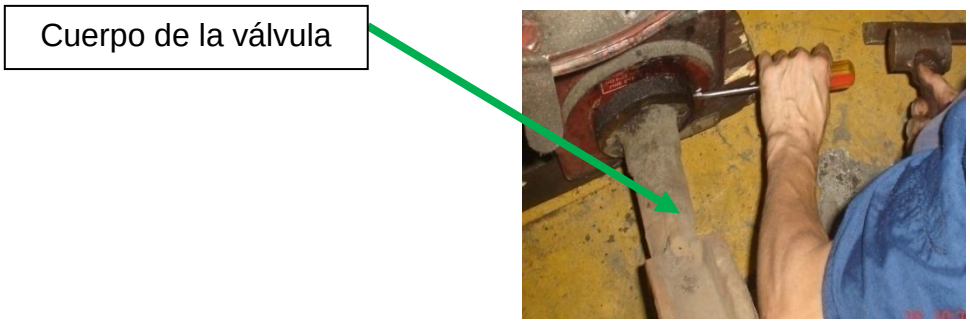


Figura 178. Paso 3 para desmontaje del cuerpo de la válvula.

3. Retirar el diafragma de la válvula (ver Figura 179).

- Hacer desconexión mecánica de los tornillos pequeños del cabezal de la válvula para luego aflojar lentamente los tornillos grandes.
  Se debe aflojar siguiendo la sucesión: 1, 2, 3, 1, 2, 3….hasta que el interior del cabezal se encuentre expuesto.

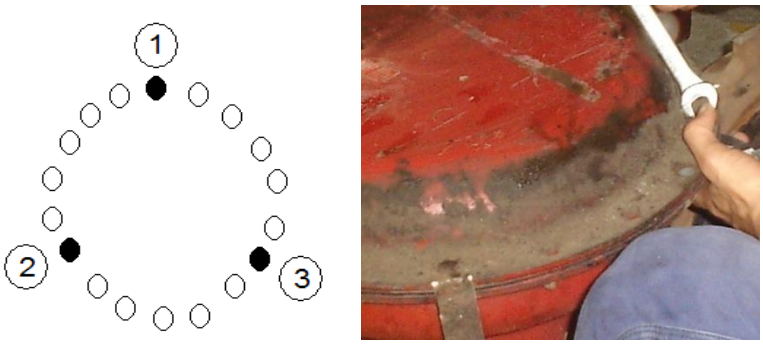


Figura 179. Posiciones de los tornillos en el actuador.

3. Retirar el tornillo de la parte superior para hacer revisión interna del actuador (ver Figura 180).

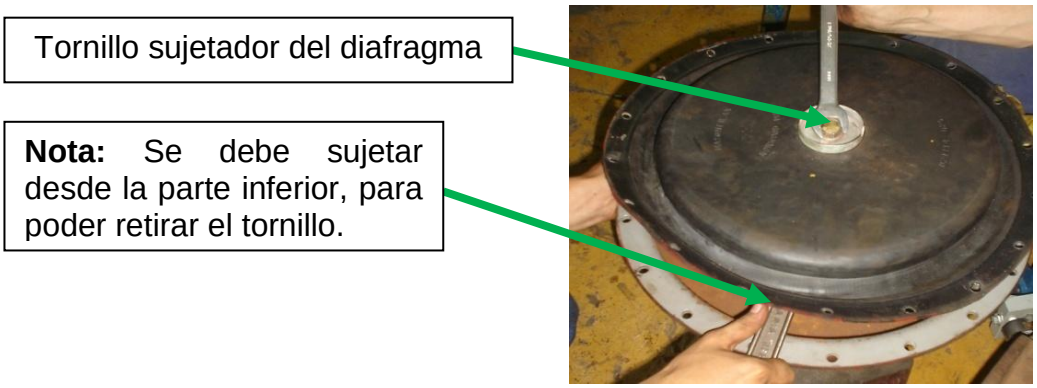


Figura 180. Revisión interna.

Se debe observar el estado de todos los elementos del actuador (ver Figura 181, 182 y 183) si se encuentra algún elemento en mal estado se deberá reemplazar.

Figura 181. Revisión Diafragma.

Nota: Si el diafragma de la válvula se encuentra desgastado o perforado como se muestra en esta figura, este deberá ser reemplazado.

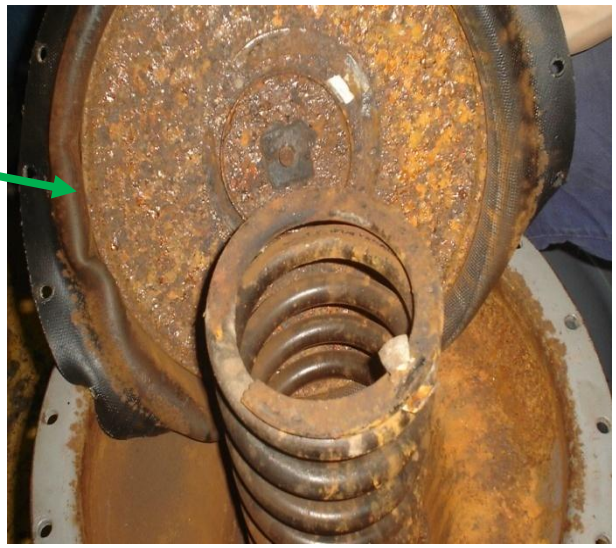


Figura 182. Revisión plato superior.

Figura 183. Revisión partes internas del actuador.

Estos elementos se encontraron en muy mal estado por lo cual deberán ser reemplazados, entre estos elementos se encontraron; el diafragma “Capuchón”, la mordaza y los dos platos que se encuentran en el interior de la válvula.

Observación: Deberá tenerse por lo menos tres resortes de repuesto, dándose el caso que este se encuentre en muy mal estado. Cuando el interior del actuador se encuentra en muy mal estado deberá ser pintado con pintura anticorrosiva.

Figura 184. Actuador sin mtto.

Figura 185. Actuador con mtto.

En la Figura 184 se muestra el actuador sin mantenimiento para luego realizar el mantenimiento adecuado (ver Figura 185).

- Hacer la limpieza del cuerpo de la válvula, para luego ser bañada con una base de pintura antioxidante (ver Figura 186 y 187).

Figura 186. Cuerpo sin mtto.

Figura 187. Cuerpo con mtto.

- Se realiza cambio de empaques.
- Se retira el prensaestopa.

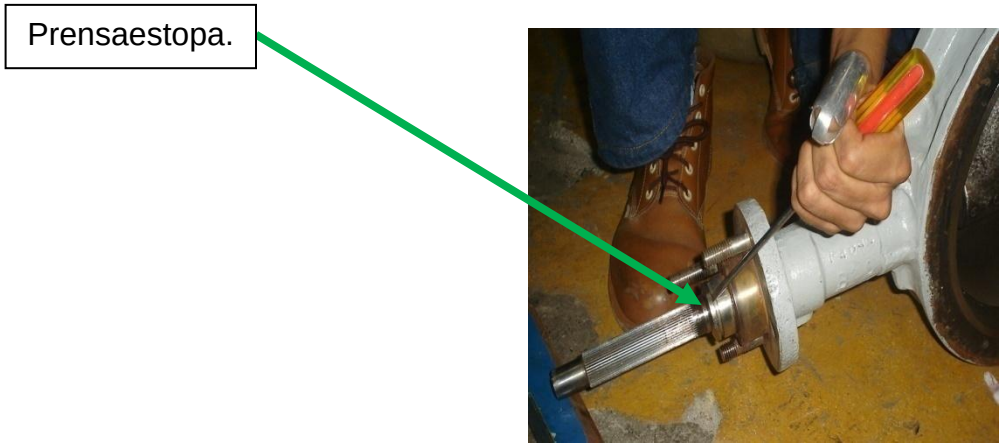


Figura 188. Desmontaje del prensaestopa.

- Se retiran los empaques para que sean reemplazados por unos nuevos, los nuevos empaques tiene que ser medidos de acuerdo a la cuna del prensa estopa para luego ser cortados e introducidos (ver Figura 188, 189,190 y 191).

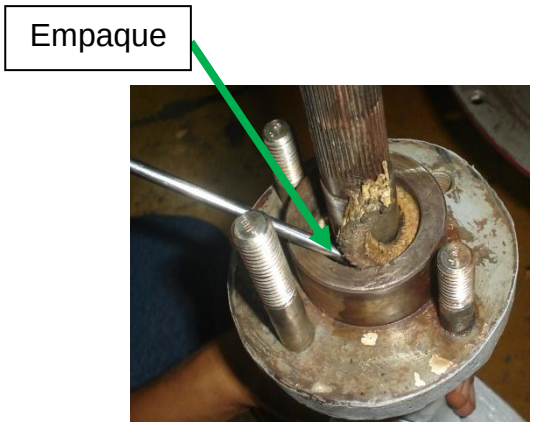


Figura 190. Cambio del los empaques teflonados.

Figura 189. Empaque cuadrado teflonado.

Nota: El Empaque cuadrado teflonado que hace sello en el prensa estopa que para aplicaciones de vapor debe ser grafitado.

Figura 191. Cambio de los empaques.

Si se observa que el cuadrante con el vástago (ver Figura 194) se encuentra demasiado sucio se realiza el siguiente procedimiento para dicha limpieza.

- Se retira la mordaza (ver Figura 192).
- Se retira las chavetas (ver Figura 193).

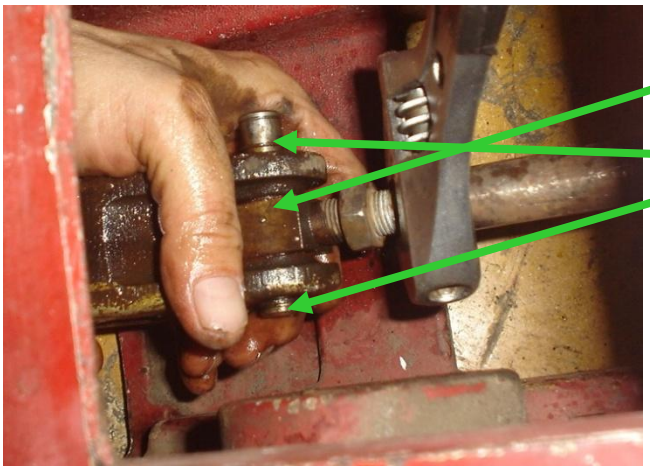


Figura 192. Mantenimiento del Cuadrante.

Figura 193. Chavetas.

Figura 194. Cuadrante sin mtto.

Figura 195. Cuadrante con mtto

- Se hace la limpieza (ver Figura 195).
- Se retiran los tornillos Allen (ver Figura 197).
- Se engrasa la rotula del vástago de la válvula, para ser ensamblado nuevamente (ver Figura 196).

Figura 196. Cuadrante "vástago".

Figura 197. Cuadrante.

Como el diafragma fue reemplazado es necesario hacer la perforación en la parte superior (ver Figura 198), para su respectivo ensamblaje, observar la Figura 199 y 200.

Figura 198. Perforación del diafragma.

Figura 199. Ensamblaje parte superior.

Se introduce el resorte en el cabezal

Se engrasa el interior del cabezal junto con el resorte para evitar posibles oxidaciones. Ver Figura 203 y 204.

Figura 200. Ensamblaje parte inferior.

- Se retira el rodamiento (ver Figura 201 y 202), para su limpieza o cambio si es necesario.
- Se engrasa o se cambia el rodamiento para su ensamblaje.

Figura 201. Rodamiento parte exterior.

Figura 202. Rodamiento parte interior.

- Se introduce el cuadrante en el orifico mostrado en la Figura 203.

Figura 203. Interior Actuador "Engrasado".

Figura 204. Ensamblaje cabezal.

- Conexión parte inferior del cuadrante (ver Figura 204).
- Ensamblaje de la cubierta de la válvula “Se hace conexión mecánica de los tornillos grandes, siguiendo la sucesión 1, 2, 3, 1, 2, 3….mostrada en la Figura 179, hasta que el interior del cabezal este completamente sellado (ver Figura 206), para luego hacer conexión mecánica de los tornillos pequeños”.

Figura 205. Ensamblaje del cuadrante.

Figura 206. Ensamblaje cabezal.

- Se hace conexión de las tuercas que sujetan el prensaestopas y de las tuercas que sujetan el cuerpo de la válvula (ver Figura 207).

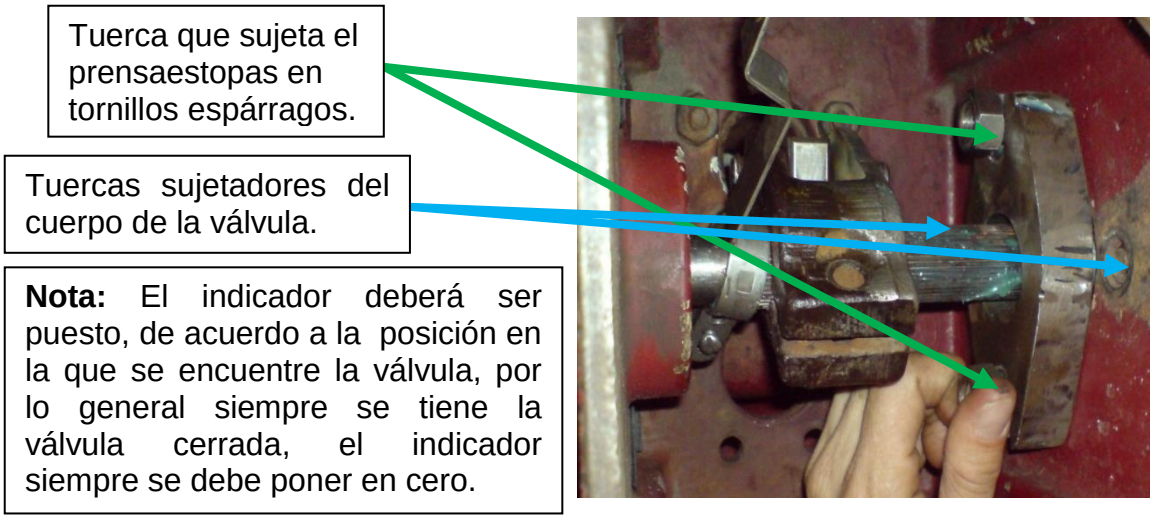

Tuerca que sujeta el prensaestopas en tornillos espárragos.
Tuercas sujetadores del cuerpo de la válvula.
Nota: El indicador deberá ser puesto, de acuerdo a la posición en la que se encuentre la válvula, por lo general siempre se tiene la válvula cerrada, el indicador siempre se debe poner en cero.

Figura 207. Ensamblaje del cuerpo de la válvula.

13.8 Mantenimiento del posicionador Neumático de la válvula

- Se retiran los manómetros del posicionador, para este caso es necesario reemplazarlos ya que estos se encuentran totalmente dañados (ver Figura 208 y 209).

Figura 208. Posicionador de la válvula.

Figura 209. Mantenimiento del posicionador.

- Limpieza externa del posicionador.
- Se retiran los racores (ver Figura 210).
- Se hace desconexión de los 4 tornillos de estría, para limpiar el diafragma (ver Figura 211).

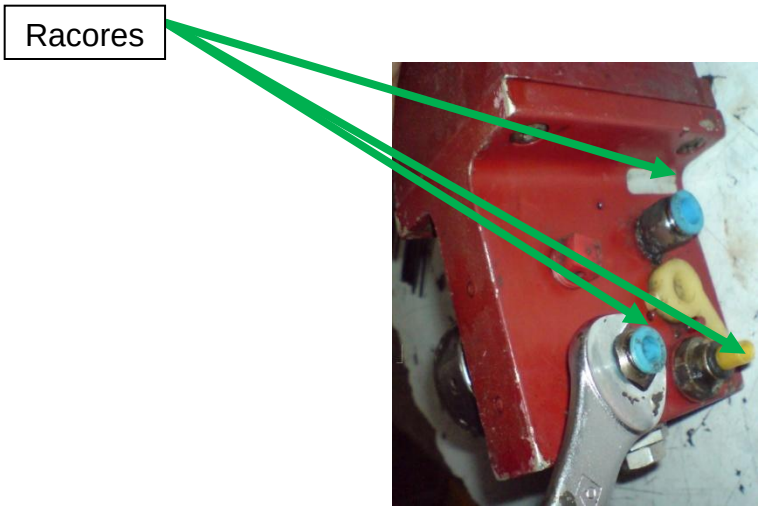


Figura 210. Mantenimiento posicionador.

Figura 211. Limpieza del diafragma.

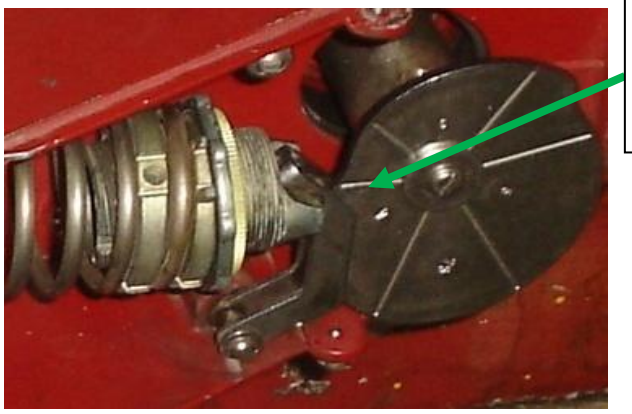
Figura 212. Cambia vías del posicionador.

Nota: Se retira la parte interna del cambia vías para ser limpiada y engrasada, para ser ensamblada nuevamente (ver Figura 212).

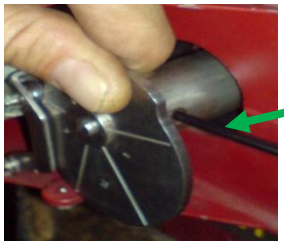
Figura 213. Ensamblaje del posicionador.

- Se realiza ensamblaje del posicionador.
- Se reemplazan los racores.
- Se monta el posicionador (ver Figura 214).
- Realizar conexión mecánica de los tornillos sujetadores del posicionador.
- Realizar conexión mecánica del tornillo sujetador de la leva.

Nota: Se debe tener en cuenta la posición de la leva ya que de esta depende la abertura de la válvula.



En la mayoría de las válvulas Masoneilan su abertura es de 0% al 100% por lo cual, la leva debe ser puesta como se muestra en la Figura 214.



Tornillos prisioneros en donde se puede realizar un ajuste de la leva, para que esta quede horizontalmente.

Figura 214. Posición de la leva de acuerdo a la abertura deseada.

13.9 Mantenimiento regulador de la válvula

- Se hace marcaciones del instrumento**,** para comenzar limpieza (ver Figura 215, 216, 217 y 218).

Tuerca que facilita el desensamblaje (ver Figura 216).

Figura 216. Parte superior del regulador.

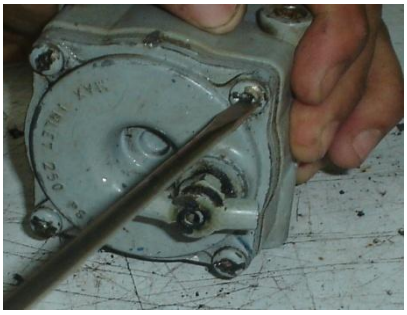


Figura 215. Revisión interna del regulador.

Figura 217. Parte interior del regulador.

Filtro

Nota: Para el ensamblaje del regulador se debe aflojar la tuerca de la parte superior para facilitar dicho ensamblaje.

Figura 218. Desensamblaje parte inferior.

13.10 Calibración del regulador

Se introduce una presión al regulador se afloja la tuerca inferior “seguridad”, para que se pueda hacer la regulación con la tuerca superior dicha regulación debe ser de 30 psi y se debe utilizar un manómetro para la visualización de dicha presión, después de estar en 30 psi se aprieta la tuerca de seguridad (ver Figura 219).

Tornillo de ajuste
Contratuerca
No debe exceder la presión máxima rotulada en la placa del actuador o en el respectivo manual.

Figura 219. Montaje para Calibración del regulador.

13.11 Calibración de la válvula

Se alimenta la válvula neumáticamente, para luego realizar la simulación estándar ya sea de corriente o señal neumática para válvulas de control (ver Figura 220).

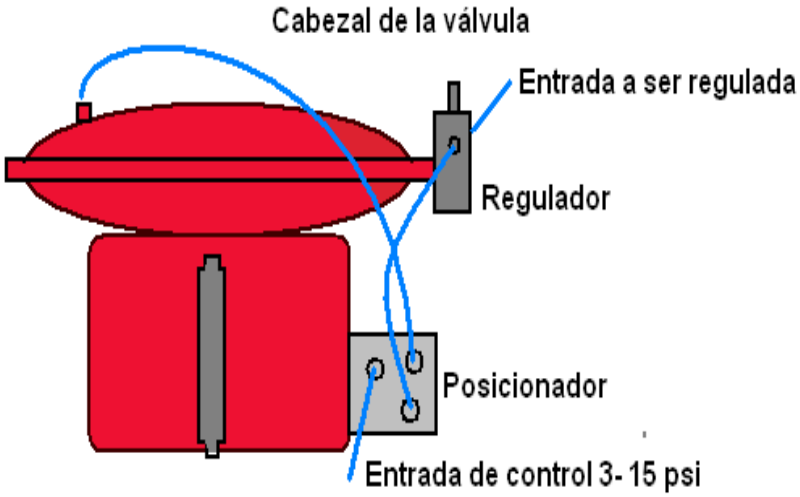


Figura 220. Montaje para Calibración de la válvula.

En la Tabla 32 se mostrará los datos ideales de calibración de válvulas neumáticas.

Entrada “PSI”	Abertura de la Válvula
3	0%
6	25%
9	50%
12	75%
15	100%

Tabla 32. Ideal de Calibración “válvula neumática”.

Entrada “PSI”	Abertura de la Válvula
0	0%
3	0%
6	28%
9	48%
12	72%
15	95%

Tabla 33. Obtenidas de Calibración de la válvula neumática.

13.12 Ajuste de la válvula

El ajuste de la válvula se realizará si existe un error alto comparando la Tabla 32 y la Tabla 33.

- Se hace desconexión del tornillo que sujeta el resorte para que se pueda realizar los ajustes necesarios (ver Figura 221).

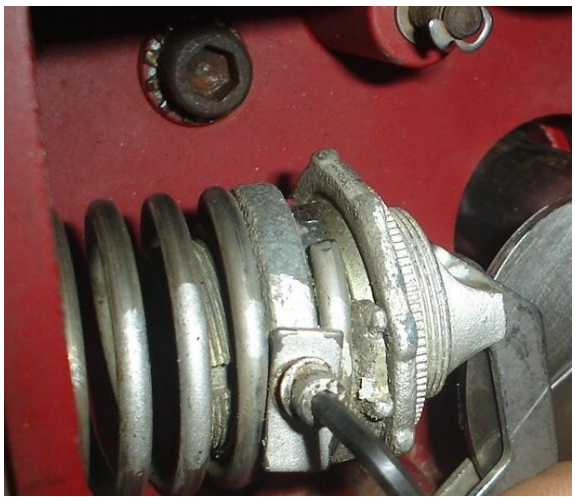


Figura 221. Calibración válvula.

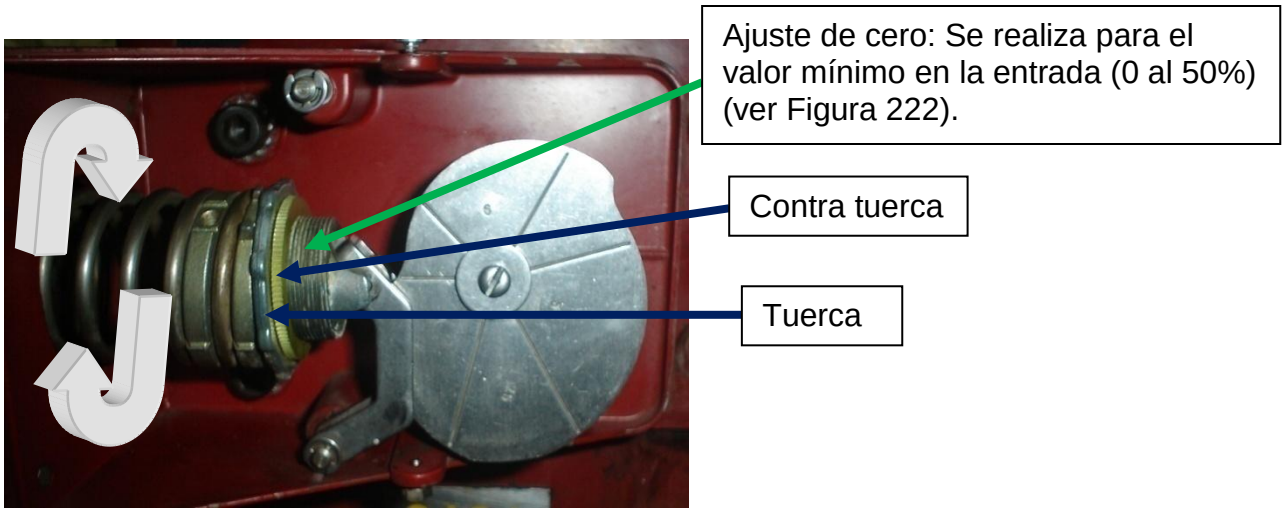


Figura 222. Calibración válvula ajuste de cero.

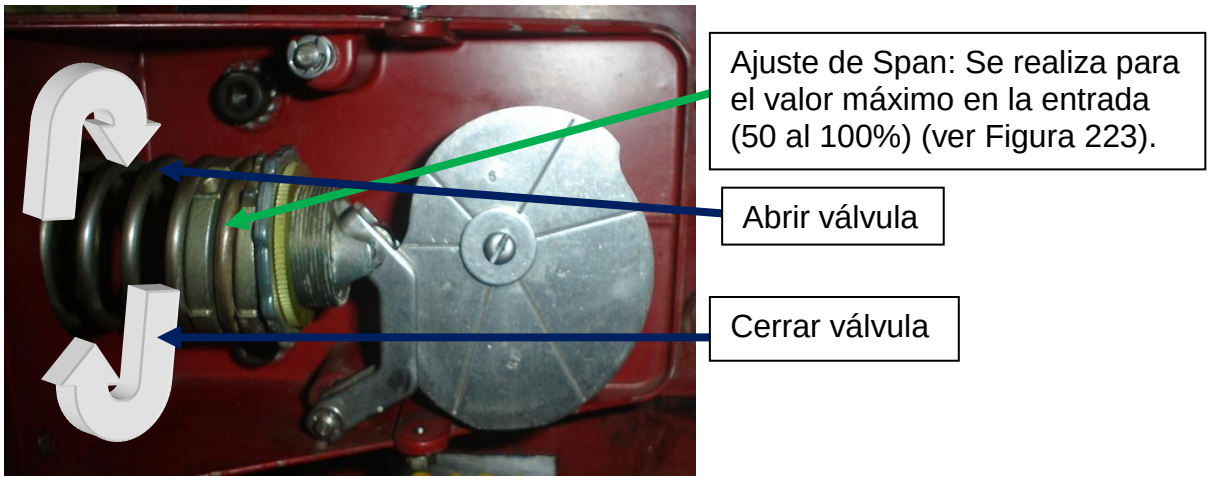


Figura 223. Calibración válvula ajuste de Span.

Después de realizarse dicho ajuste se toma de nuevo los datos de calibración (ver Tabla 34).

Entrada "PSI"	Abertura de la Válvula
3	0%
6	26%
9	50%
12	76%
15	100%

Tabla 34. Calibración Exitosa de la válvula neumática.

Si se encuentra que dicho ajuste fue exitoso se realiza la conexión de la cubierta del posicionador (ver Figura 172).

Mantenimiento→ 2 Días y 2 horas

13.13 Montaje

- Se coordina con el operador el montaje de la válvula.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Selección de la herramienta para el montaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Conexión Mecánica.
- Conexión neumática de alimentación y de la señal de control realizada por instrumentista de turno.
- Abrir las válvulas de la señal de alimentación y de la señal de control.

Duración del montaje → **5 Horas**

Observaciones

- El mantenimiento de una válvula Mariposa Masoneilan ya sea de 4, 6, 8 y 12 pulgadas es el mismo, en lo único que varia es en la cantidad de tornillos del cabezal, y en el tamaño del actuador.
- Las piezas que mostraron daños fueron: el diafragma del cabezal, la mordaza, los 3 manómetros, el tornillo sujetador de la mordaza, el interior del cabezal y los dos platos que se encuentran en la parte inferior del diafragma del cabezal.
- Se debería cambiar todos los empaques del cuerpo de la válvula.

13.14 Verificación

Se monstrarán las curvas de calibración de la valvula Masoneilan en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 224).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 225).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 226).

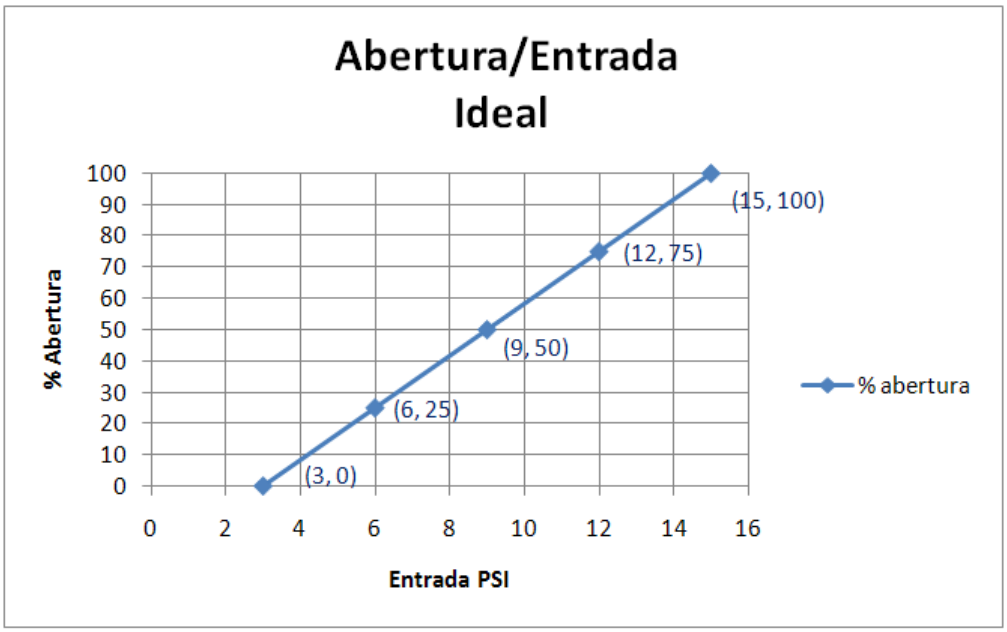


Figura 224. Curva Ideal de Calibración.

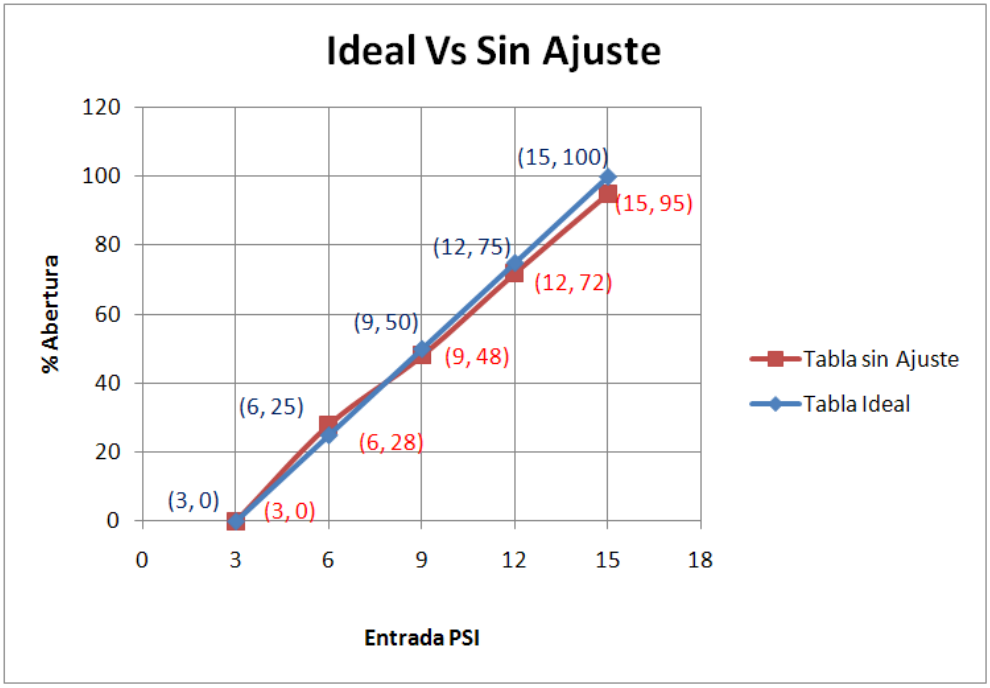


Figura 225. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste.

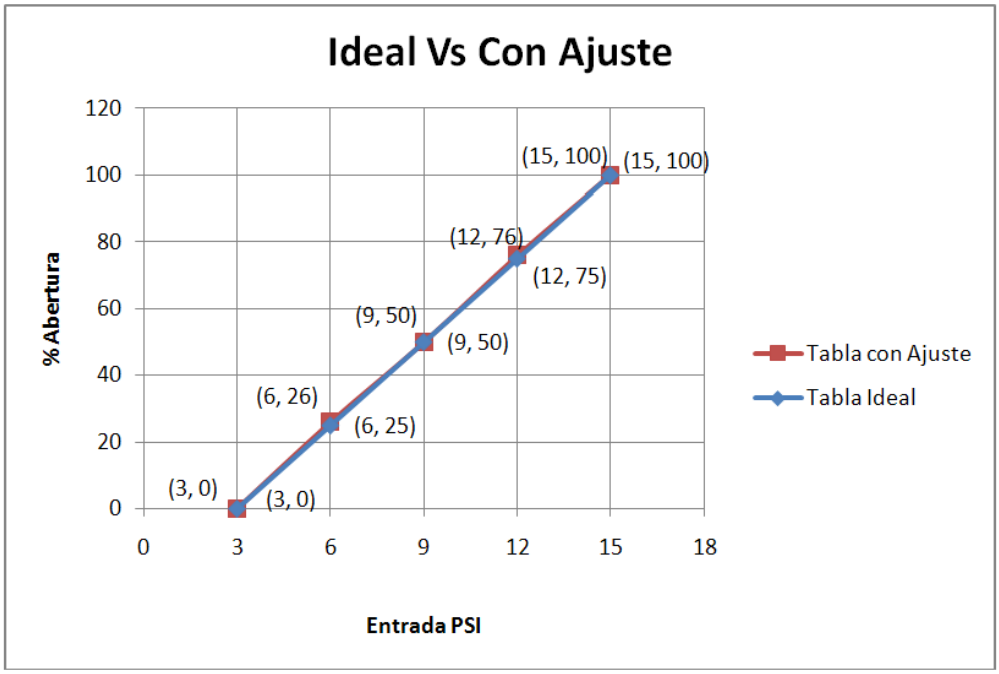


Figura 226. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste.

Verificar Hermeticidad según tipo a través de pruebas Hidrostáticas en banco (ver Figura 227 y Tabla 228).

Figura 227. Montaje para pruebas hidrostáticas.

ANSI/FCI 70-2 (FGS 4L5)	Maximum Leakage			Test Medium	Test Pressures	Test Procedure
II	0.5% of valve capacity at full travel			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	A
III	0.1% of valve capacity at full travel			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	A
IV	0.01% of valve capacity at full travel			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	A
V[1]	0.0005 mL/min/psid/inch port dia.			Water	Service $\Delta P^{(3)}$	B
Standard Air Test for Sliding Stem Valves (SAT-SSV)[2]	Std 0.05 mL/min/psid/inch port dia			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	D
VI	Nominal Port Dia. (Inch)	Bubbles per Min.	mL per Min.	Air or N_2	Service ΔP or 50 psid, whichever is lower	C
	Up to 1	1	0.15			
	1-1/2	2	0.30			
	2	3	0.45			
	2-1/2	4	0.60			
	3	6	0.90			
	4	11	1.70			
	6	27	4.00			
	8	45	6.75			

1. ANSI/FCI Class V seat leak water test is not available for oxygen-cleaned, cryogenic or any valves cleaned per FGS 8A11. Any disassembly to dry and/or re-clean the valve would invalidate the seat leak test. Reference FS Sheet 59.1:004(C) for optional seat leakage tests for oxygen-cleaned valves.
2. Fisher Controls leakage classes.
3. Specify service ΔP when ordering.

Figura 228. Clases de fugas para válvulas de control.

Esta labor fue realizada por dos instrumentistas:

- Instrumentista I
- Auxiliar de instrumentista

14 ESTANDARIZACIÓN VÁLVULA GLOBO SAMSON

Dispositivo que varía un orificio de paso permitiendo cambiar linealmente el caudal de un fluido. A continuación se realizará el estándar de mantenimiento.

14.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desmontaje, mantenimiento, calibración, ajuste, configuración del posicionador y montaje.
- La responsabilidad del mantenimiento de las válvulas Globo Samson (ver Figura 230) es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a las válvulas Globo Samson instaladas en el Ingenio Risaralda.

14.2 Instalación

Estas válvulas pueden ser instaladas en cualquier posición.

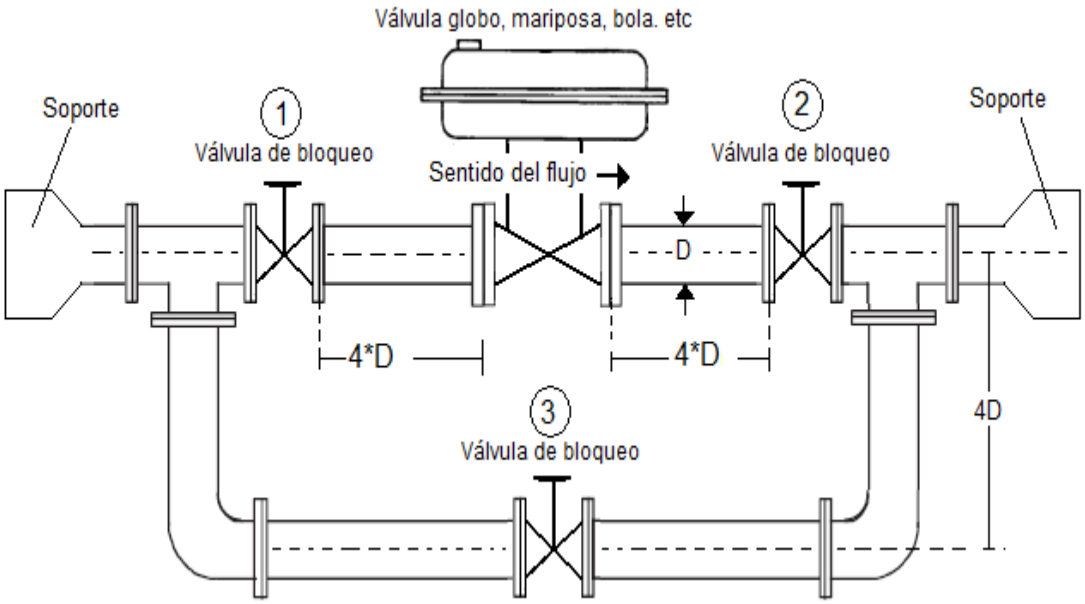


Figura 229. Montaje Estándar Válvulas Automáticas.

El montaje realizado en la Figura 229 fue por Henry Ortiz, en proyectos.

14.3 Herramientas

Las herramientas utilizadas en este trabajo fueron las siguientes: 2 llaves peston, dos llave boca fija 7/8, destornillador de pala, llave 17mm, brocha, pintura base, aceite penetrante, llaves Allen (2.5, 3/32, 6.0mm, 3/16), trapo, lija de 400, un cepillo de alambre, un niple, un atornillador de estría 3/16*4in y dos empaques no asbesto.

14.4 Desmontaje

- Verificación inicial en el I/A del funcionamiento y operación de la válvula con el operario de cuarto de control.
- Ubicar físicamente la válvula.
- Ubicar la tarjeta donde se encuentra conectada la válvula.
- Selección de la herramienta para el desmontaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Coordinar con el supervisor y con el operario del cuarto de control el desmontaje del instrumento.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Hacer marcaciones tanto en el instrumento como en la base, para recordar instalación inicial y su ubicación.
- Desconexión eléctrica en el cuarto de control realizado por instrumentista de turno.
- Desconexión neumática.
- Desconexión eléctrica en campo.
- Desconexión Mecánica.
- Permiso de salida, si la válvula se encuentra en Destilería.

Duración del montaje → **2 horas**

14.5 Transporte

- Cuando traslade el instrumento del campo al banco de trabajo o viceversa hacerlo con cuidado de cualquier golpe, si es posible taparlo o empacarlo.
- Procure llevar únicamente el instrumento, es posible en el maletín de la herramienta o cualquier otro artefacto que tenga, para que no se dificulte el traslado y ocasione daños.
- Realizar informe escrito detallado del estado en que encontró el instrumento e informar al supervisor de mantenimiento instrumentación.

Duración del transporte → **20 Minutos**

14.6 Mantenimiento

Identificar y marcar todas las piezas móviles a desmontar.

Figura 230. Válvula que requiere mantenimiento.

- Retirar el posicionador de la válvula (ver Figuras 231, 232 y 233).

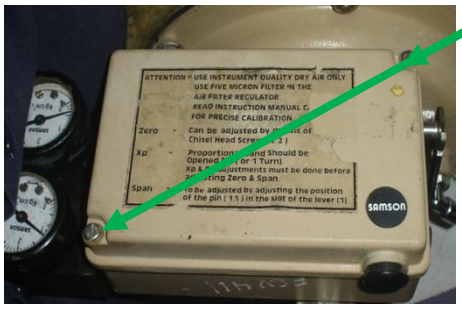


Figura 231. Posicionador.

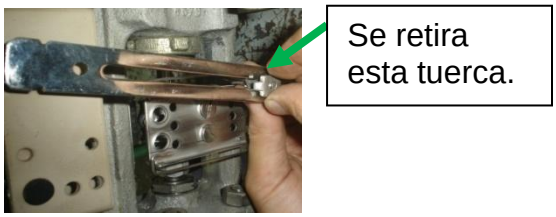


Figura 232. Parte trasera del posicionador.

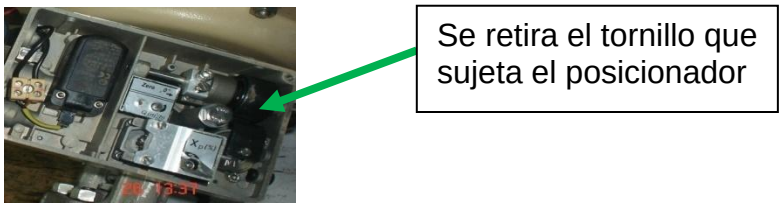


Figura 233. Interior del posicionador.

- Retirar el regulador (ver Figura 234).

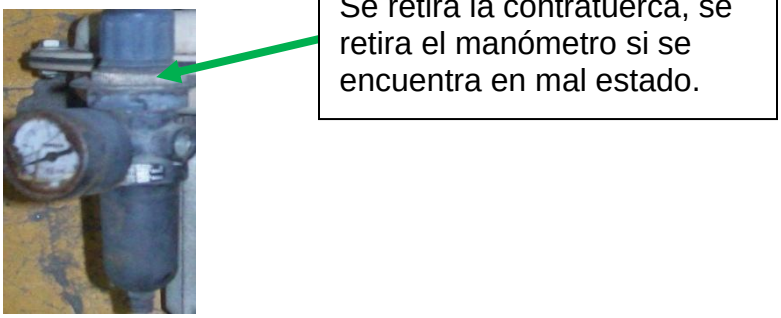


Figura 234. Regulador de la válvula.

- Retirar el cuerpo de la válvula (ver Figura 235).

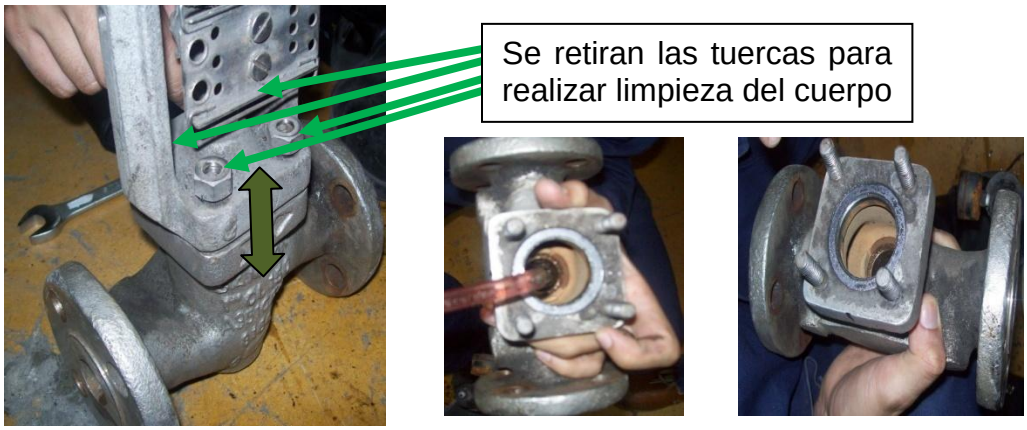


Figura 235. Cuerpo de la válvula.

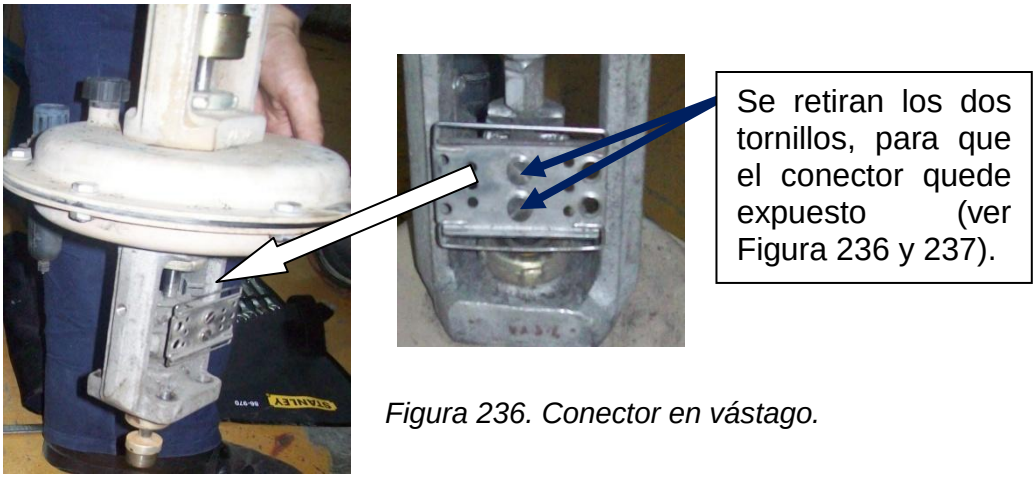


Figura 236. Conector en vástago.

Figura 237. Válvula sin Cuerpo.

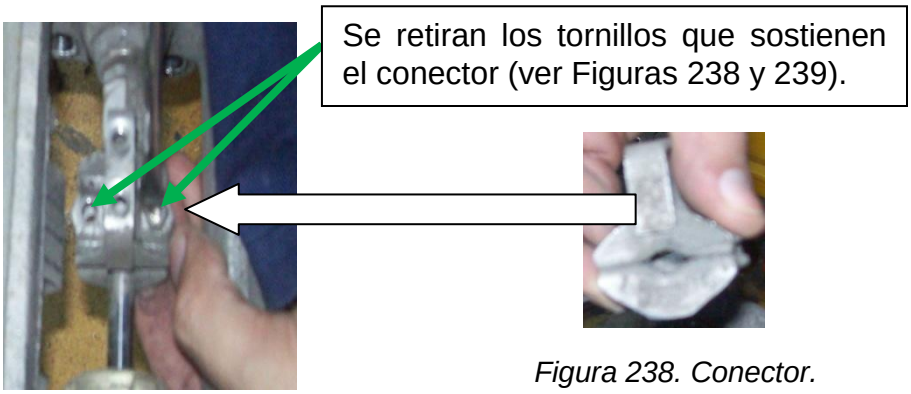


Figura 238. Conector.

Figura 239. Tornillos que sujetan el conector.

- Se retiran los 6 tornillos del actuador (ver Figura 240).

Nota: Se debe abrir la válvula para que esta no presione los resortes que el actuador posee, y se eviten posibles problemas.

Figura 240. Actuador de la válvula.

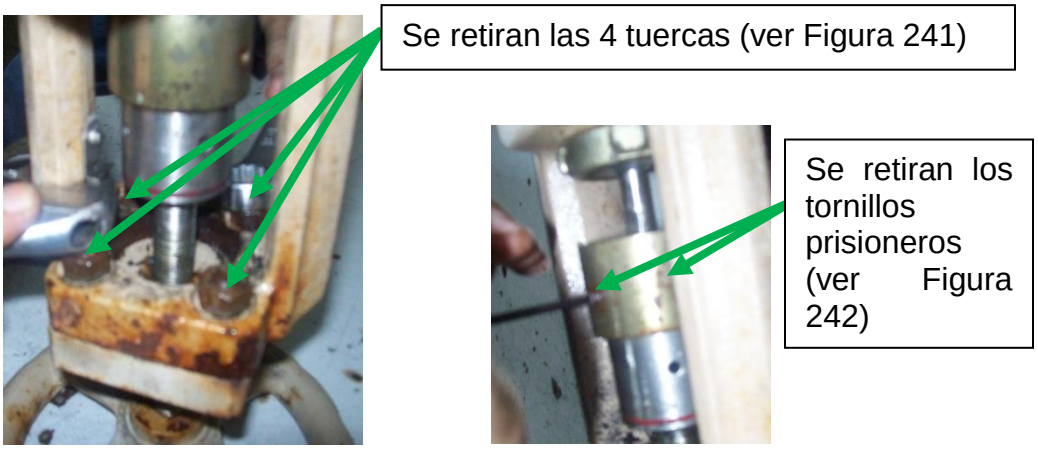


Figura 241. Parte superior válvula.

Figura 242. Prisioneros.

Se introduce un tornillo, para que se pueda hacer desconexión mecánica, aprovechando la manila de la válvula para el torque de desconexión (ver Figura 243).

Nota: Después de tener todo el actuador desensamblado se realiza limpieza, externa e interna del actuador, para los elementos que se encuentran oxidados es necesario lijarlos y pintarlos.

Figura 243. Manila de la válvula.

14.7 Mantenimiento del regulador

Se realiza el siguiente des ensamblaje (ver Figuras 244, 245, 246, 247 y 248).

Figura 244. Regulador.

Figura 246. Interior del regulador.

Figura 245. Interior del regulador parte superior.

Figura 247. Interior del regulador parte inferior.

Figura 248. Regulador limpio.

Nota: Después de dicha limpieza se ensambla el regulador.

14.8 Mantenimiento del posicionador

Posicionador es el elemento que permite la apertura adecuada del orificio de la válvula. A continuación se mostrará el mantenimiento de un posicionador Samson (ver Figura 249).

Figura 249. Posicionador de la válvula.

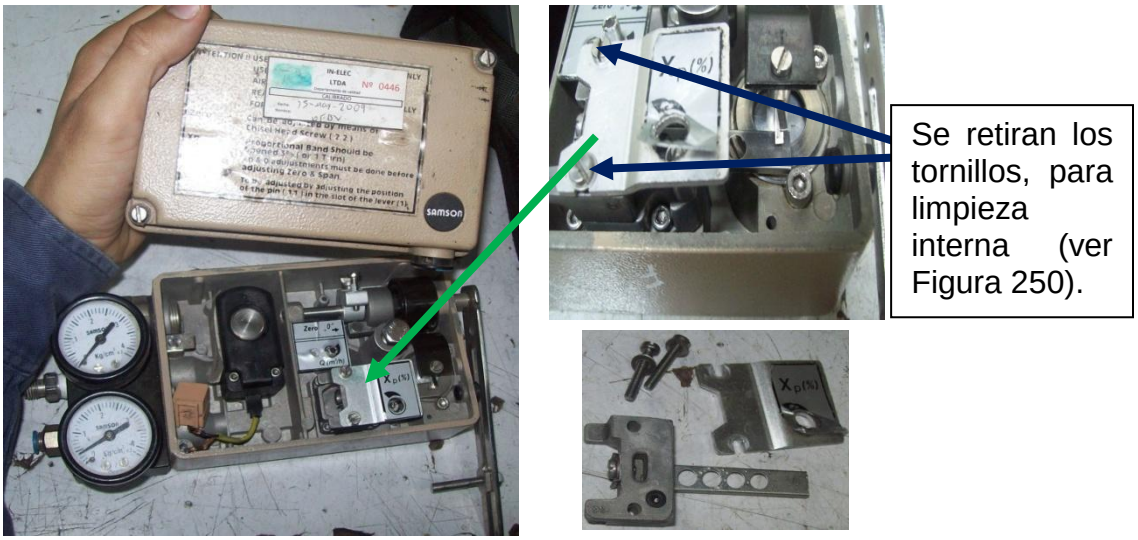
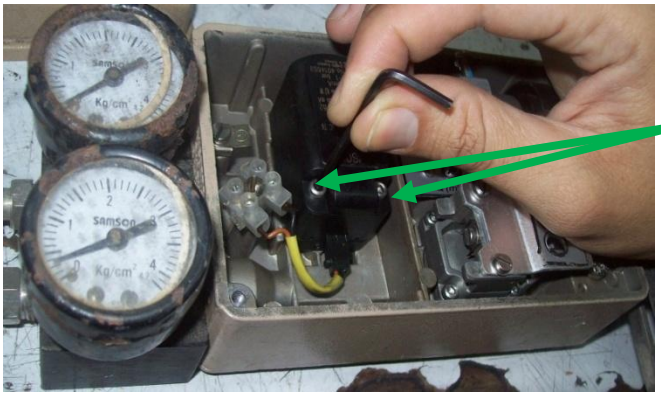


Figura 250. Posicionador y partes.



Se retiran los tornillos que sostienen el I/P (ver Figuras 251 y 252).

Introducción de la señal de 4 a20 mA, para la prueba del buen funcionamiento del I/P.

Figura 251. Parte interna del posicionador.

Figura 252. I/P del posicionador.

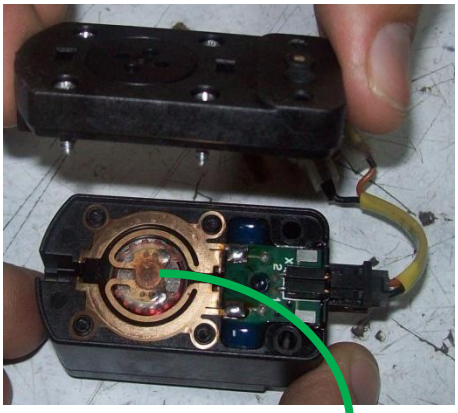


Figura 253. Parte inter del I/P.

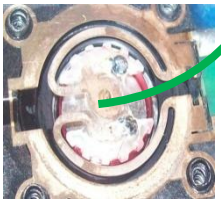


Figura 254. Pivote del I/P.

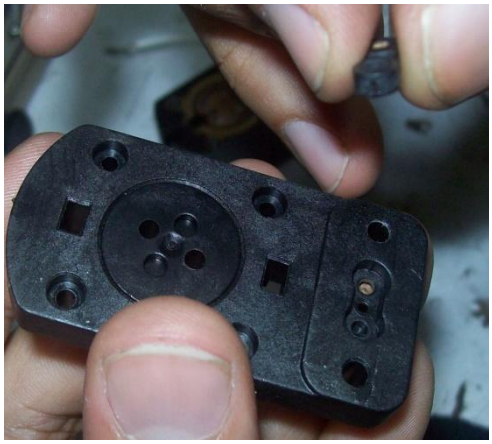


Figura 255. Restricción del I/P.

Nota: Para probar el I/P primero se debe observar un pequeño pivote en la parte superior, como se observa en la figura 254, para luego introducir una señal de 4 a 20 mA en donde se observará un movimiento de la placa, si no se observa ningún movimiento el I/P deberá ser cambiado porque no se encuentra en buen estado (ver Figuras 253, 254 y 255).

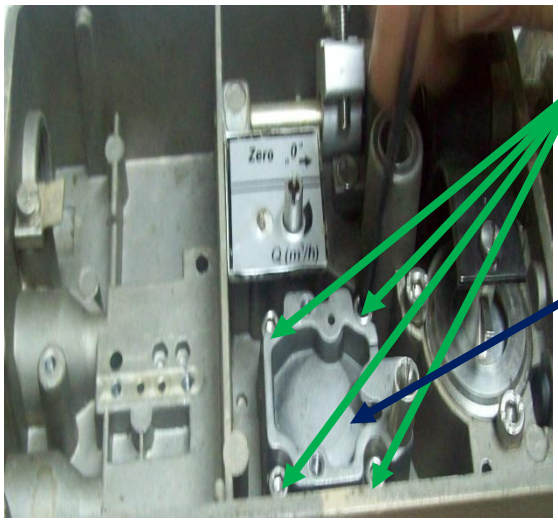


Figura 256. Paso 1 desensamblaje.

Figura 257. Paso 2 desensamblaje.

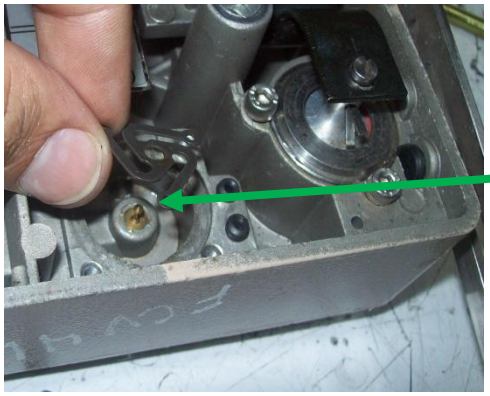
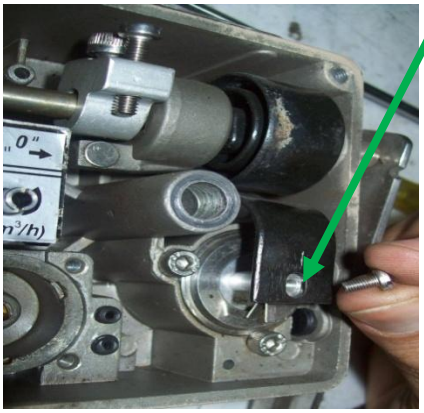
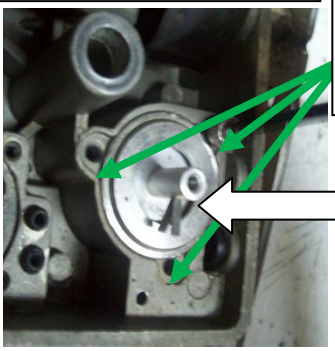


Figura 258. Parte interna.

Figura 259. Revisión interna.



Se retira este tornillo (ver Figura 260).



Se retiran los 4 tornillos para verificar el estado del diafragma (ver Figura 261 y 262).

Figura 260. Tornillo sujetador.

Figura 261. Tapa superior.

Figura 262. Diafragma.

En la figura 263 se mostrará el posicionador totalmente desensamblado.

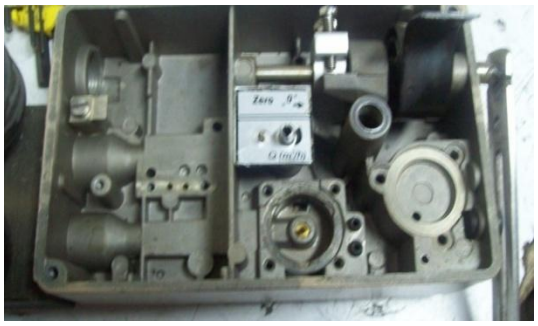
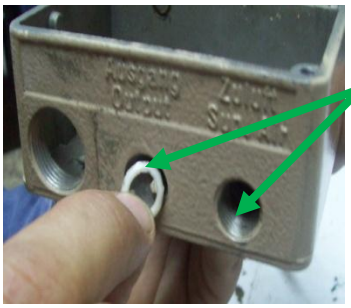


Figura 263. Posicionador internamente.

Se retiran los tornillos que se encuentran en la parte interior de los agujeros para realizar su limpieza (ver Figuras 264 y 265).

Figura 264. Parte exterior del posicionador. *Figura 265. Se limpian los empaques.*

Se retira los tornillos, para luego retirar los filtros que posee en la entrada del posicionador (ver Figuras 266 y 267).



Filtros de entrada al posicionador

Figura 266. Entrada de aire. *Figura 267. Filtros de entrada.*

Se hace limpieza interna de los agujeros internos del posicionador (ver Figura 268).

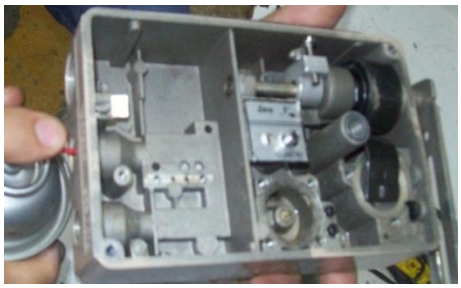


Figura 268. Entrada de aire vista desde la parte superior.

Para el ensamblaje de la válvula se debe realizar el procedimiento contrario, pero se debe tener en cuenta que cuando se cierra la válvula esta debe quedar en línea con la placa señalada (ver figura 269).

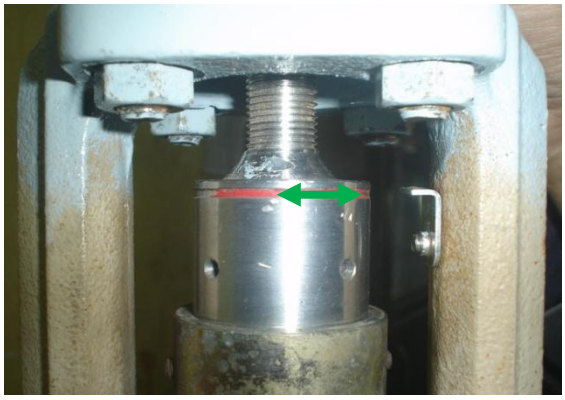


Figura 269. Alineación del vástago de la válvula.

14.9 Calibración del regulador

Se calibra la presión de entrada al posicionador, de acuerdo a datos de placa (ver Figura 270).

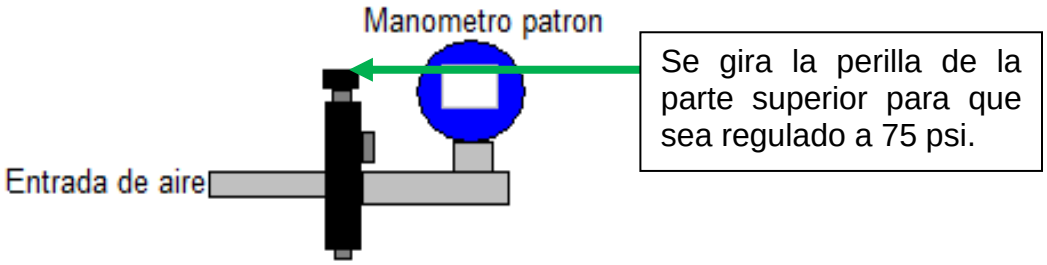


Figura 270. Montaje para Calibrar el regulador de aire.

14.10 Calibración de la válvula

Se alimenta la válvula neumáticamente, para luego realizar la simulación estándar de corriente para válvulas de control (ver Figura 271).

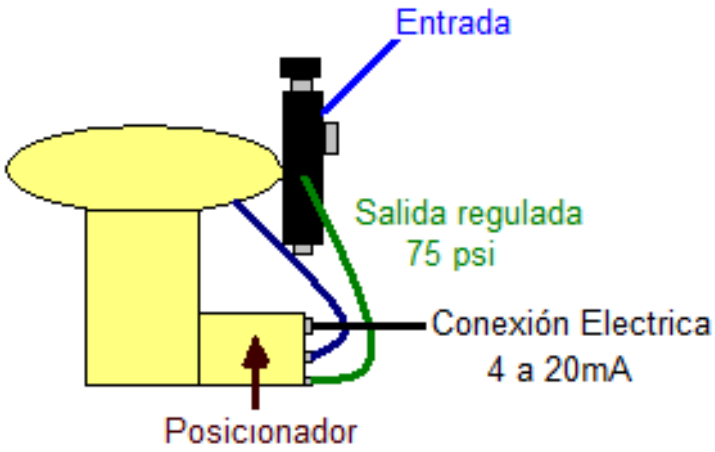


Figura 271. Montaje para calibración de la válvula.

Entrada “mA”	Abertura de la Válvula
4	0%
8	25%
12	50%
16	75%
20	100%

Tabla 35. Ideal de Calibración “Válvula Samson”.

Entrada “mA”	Abertura de la Válvula
4	10%
8	30%
12	60%
16	85%
20	110%

Tabla 36. Obtenidas de la Calibración “Válvula Samson”.

Nota: Como se observa que existe un error alto comparando la Tabla 35 y 36, se deberá realizar un ajuste de la válvula.

14.11 Ajuste de la válvula

Después de realizar la calibración que no fue exitosa se realiza el ajuste pertinente mostrado en la Figura 272.

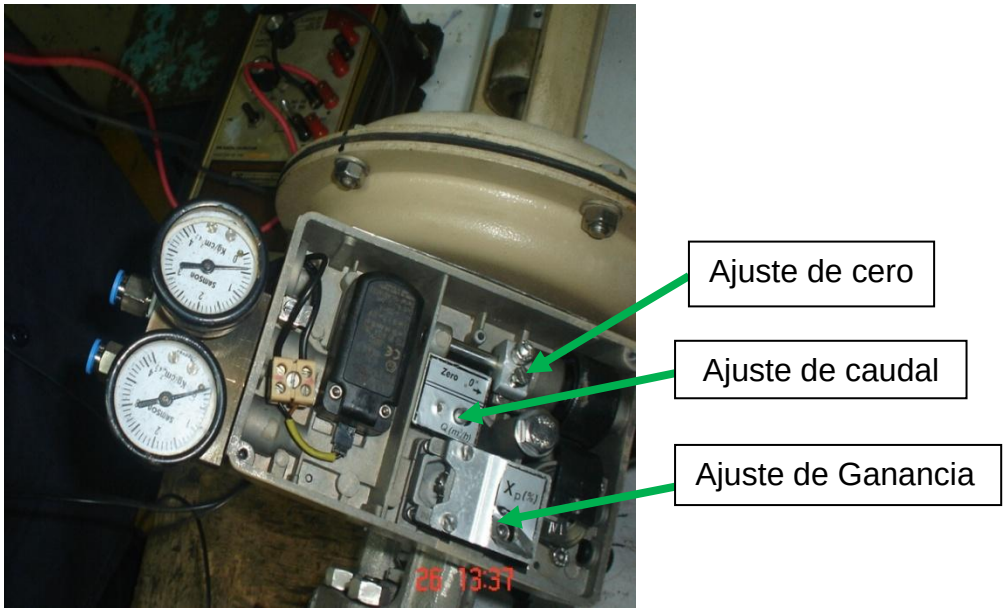


Figura 272. Montaje para Calibración y ajuste de la válvula.

Nota: se deberá realizar ajuste solo de cero y de ganancia.

- Después de realizarse dicho ajuste se toma de nuevo los datos de calibración (ver Figura 37).

Entrada “PSI”	Abertura de la Válvula
3	0%
6	25%
9	50%
12	75%
15	100%

Tabla 37. Calibración Exitosa “Válvula Samson”.

- Si se encuentra que dicho ajuste fue exitoso se realiza la conexión de la cubierta del posicionador (ver Figura 231).

Verificar Hermeticidad según tipo a través de pruebas Hidrostáticas en banco (ver Figuras 273 y 274).

Figura 273. Montaje para pruebas hidrostáticas.

ANSI/FCI 70-2 (FGS 4L5)	Maximum Leakage			Test Medium	Test Pressures	Test Procedure
II	0.5% of valve capacity at full travel			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	A
III	0.1% of valve capacity at full travel			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	A
IV	0.01% of valve capacity at full travel			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	A
V[1]	0.0005 mL/min/psid/inch port dia.			Water	Service $\Delta P^{(3)}$	B
Standard Air Test for Sliding Stem Valves (SAT-SSV)[2]	Std 0.05 mL/min/psid/inch port dia			Air	Service $\Delta P^{(3)}$ or 50 psi, whichever is lower	D
VI	Nominal Port Dia. (inch)	Bubbles per Min.	mL per Min.	Air or N_2	Service ΔP or 50 psid, whichever is lower	C
	Up to 1	1	0.15			
	1-1/2	2	0.30			
	2	3	0.45			
	2-1/2	4	0.60			
	3	6	0.90			
	4	11	1.70			
	6	27	4.00			
	8	45	6.75			

1. ANSI/FCI Class V seat leak water test is not available for oxygen-cleaned, cryogenic or any valves cleaned per FGS 8A11. Any disassembly to dry and/or re-clean the valve would invalidate the seat leak test. Reference PS Sheet 59.1:004(C) for optional seat leakage tests for oxygen-cleaned valves.
2. Fisher Controls leakage classes.
3. Specify service ΔP when ordering.

Figura 274. Clases de Fuga para válvulas de control.

Esta labor fue realizada por dos instrumentistas:

- Instrumentista I
- Auxiliar de instrumentista

Mantenimiento→ **1 día 3 horas** si es necesario pintar las partes afectadas por oxido.

14.12 Montaje

- Se coordina con el operador el montaje de la válvula.
- Selección de la herramienta para el montaje del equipo y llenar protocolos de seguridad si son necesarios.
- Si el equipo se encuentra en sitios de alto riesgo se requiere diligenciar el protocolo indicado para esta labor (trabajos en alturas, espacios confinados, energías peligrosas, trabajo en caliente) y utilizar los implementos de seguridad necesarios.
- Conexión Mecánica.
- Conexión neumática.
- Conexión eléctrica en campo.
- Conexión eléctrica en el cuarto de control realizada por instrumentista de turno.
- Hacer seguimiento con el operador de proceso al funcionamiento del transmisor.

Duración del montaje → **2 horas 30 minutos**

Observación

- El mantenimiento de una válvula Globo Samson es el mismo, aunque cambie las dimensiones del tapón de dicha válvula.
- La calibración de la válvula debería ser en campo, ya que se encontró que la válvula fue calibrada y ajustada en banco pero en el momento de la prueba en campo, la válvula no funcionó de acuerdo a dicho ajuste, por lo cual tuvo que ser calibrada y ajustada nuevamente.

14.13 Verificación

Se monstrarán las curvas de calibración de la valvula Samson en las cuales están:

- La curva ideal de calibración (ver Figura 275).
- La curva de calibración sin ajuste (ver Figura 276).
- La curva de calibración con ajuste (ver Figura 277).

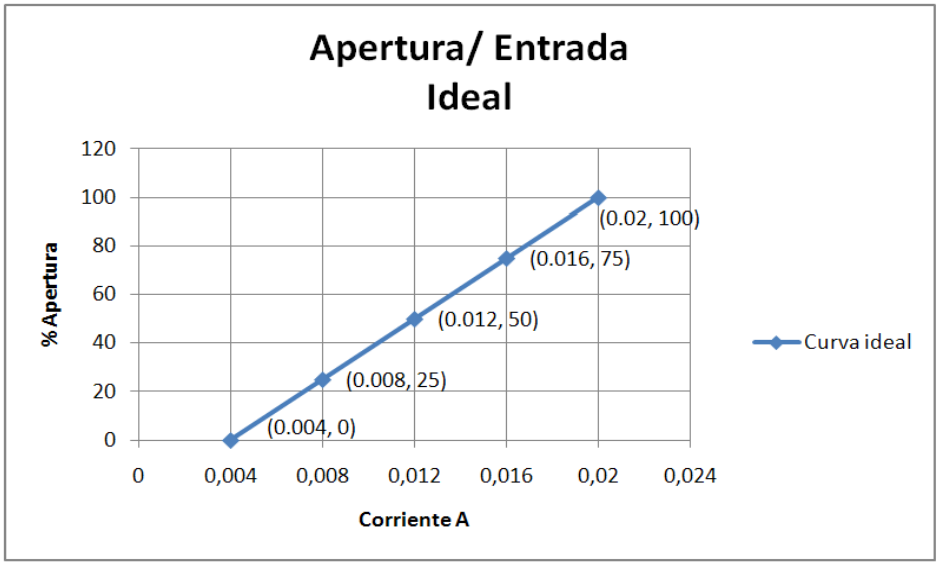


Figura 275. Curva Ideal de Calibración válvula Samson.

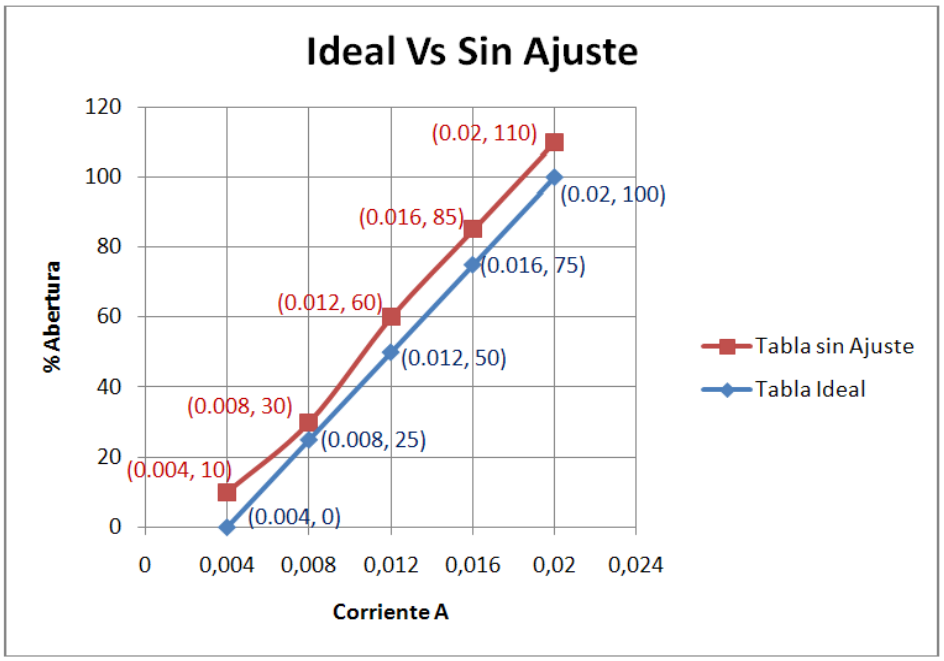


Figura 276. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste.

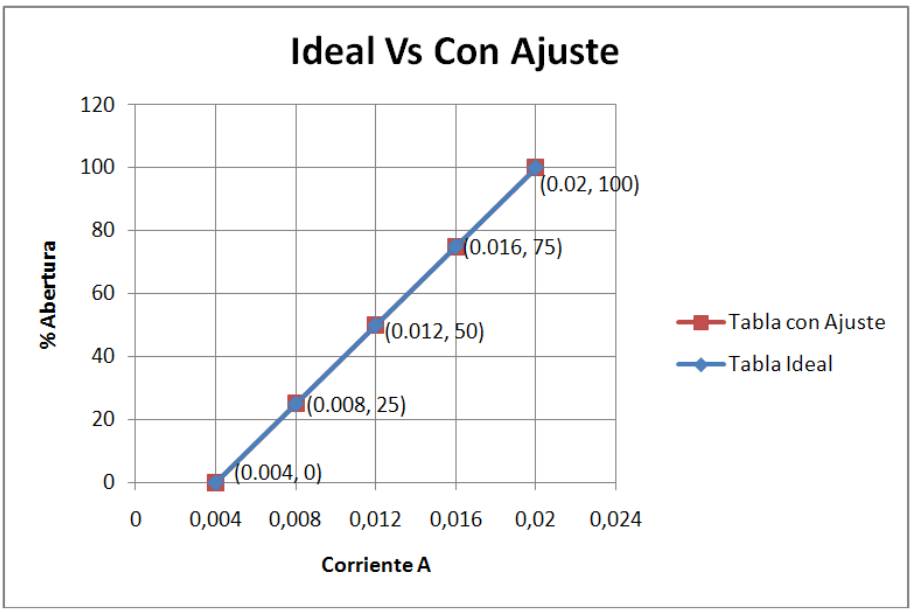


Figura 277. Curva Ideal de Calibración Vs Curva con Ajuste.

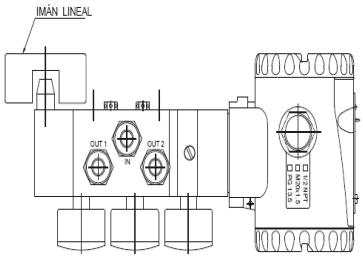
15 ESTANDARIZACION MANTENIMIENTO POSICIONADOR SMAR FY-400 ELECTRONEUMÁTICO DIGITAL

15.1 Alcance y Campo de Aplicación

- Realizar verificación de instrumento, diagnosticarlo, para realizar su respectivo desensamblaje, mantenimiento, limpieza, configuración y ajuste.
- La responsabilidad del funcionamiento del posicionador Smar es del Departamento Eléctrico a cargo de Instrumentación.
- Aplica a los posicionadores Smar instalados en el Ingenio Risaralda.

15.2 Consideraciones de montaje

El montaje del posicionador **FY400** depende del tipo de actuador, acción simple (retorno por muela) o acción doble y si tiene movimiento lineal o rotativo. Requiere de dos soportes, uno para el imán u el otro para el Posicionador.
Observe en la Figura 1 y 2, un ejemplo del Posicionador con imán para movimiento lineal y rotativo.



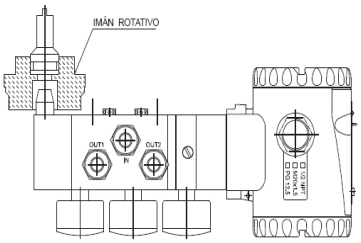
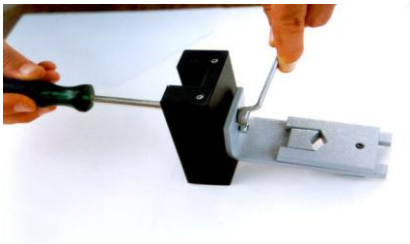


Figura 278. Posicionador e imán lineal.[1] *Figura 279. Posicionador e imán Rotativo.*[2]

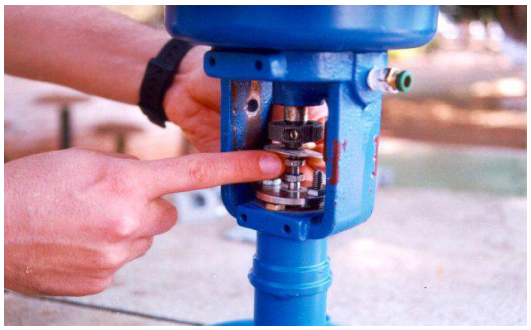
15.2.1 Montaje del soporte para válvulas lineales



Instale el soporte del Imán (ver Figura 280).

Figura 280. Soporte del imán.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 12. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 12. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 75. [21]



Las tuercas del vástago deben ser utilizadas para fijar el soporte del Imán (ver Figura 281).

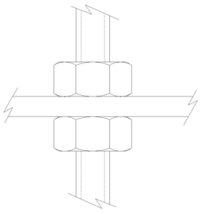


Figura 281. Válvula "vástago".[1]

Coloque el soporte en el vástago de tal forma que las tuercas sujeten el soporte del Imán (ver Figura 282).

"El soporte posee dos partes que deben ser prenzadas en el vástago de la válvula."

Figura 282. Paso 1del montaje.[2]

Apriete el tornillo Allen que sujeta las dos partes del soporte (ver Figura 283).

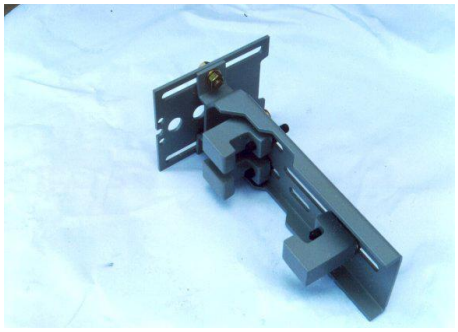
"Ese tornillo garantiza que no habrá un desplazamiento entre las dos partes del soporte durante el apriete de las tuercas del vástago."

Figura 283. Paso 2 del montaje.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 75. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 75. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 75. [21]

Apriete las tuercas del vástago para fijar el soporte del Imán (ver Figura 284).

Figura 284. Paso 3 del montaje.[1]



Monte entonces el soporte del posicionador, encajando las muelas que sujetarán el soporte al yugo (ver Figura 285).

"Si válvula es de tipo columna vaya al paso 15 para observar las particularidades del montaje."

Figura 285. Soporte del posicionador.[2]

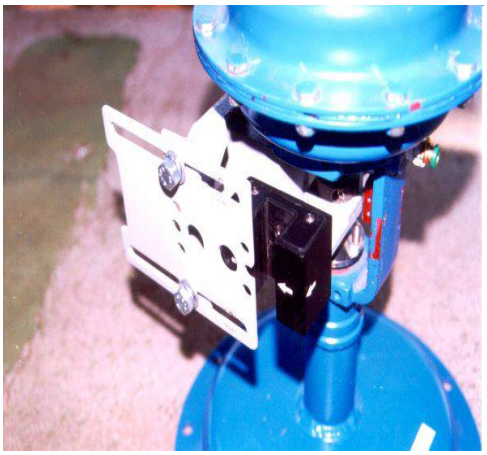
Ajuste de las muelas de acuerdo con lo ancho del yugo (ver Figura 286).

Figura 286. Montaje del soporte del posicionador.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 76. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 76. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 77. [21]

Monte la placa que sujeta al posicionador (ver Figura 287).

Figura 287. Placa sujetadora del posicionador.[1]



Use la placa como guía para definir la posición del posicionador en relación al Imán (ver Figura 288).

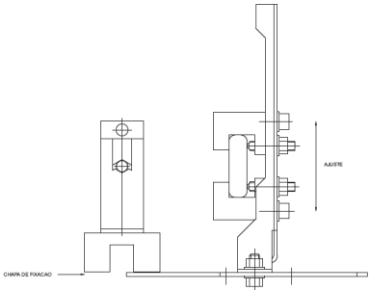


Figura 288. Válvula con soporte del posicionador.[2]

Apriete los tornillos que sujetan el soporte a las muelas (ver Figura 289).

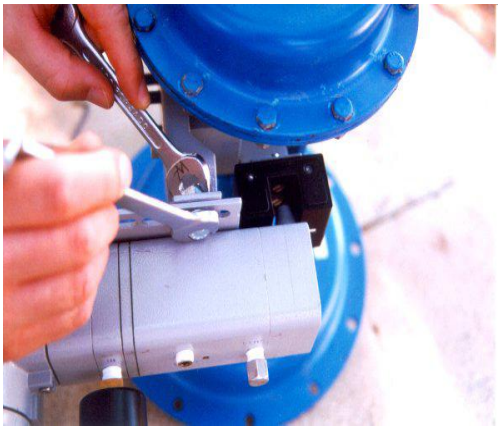
"En caso de que sea un yugo tipo columna, apriete los tornillos de la abrazadera tipo (U)."

Figura 289. Soporte del posicionador visto lateralmente.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 77. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 77. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 78. [21]

Monte el posicionador en la placa de sujeción apretando los tornillos Allen (ver Figura 290). Si prefiere, retire la placa de sujeción para facilitar el montaje.

Figura 290. Montaje del posicionador paso1.[1]



Regule el centro del pico Hall con el centro del Imán moviendo la placa de sujeción del posicionador. (Observe la Figura 291).

Apriete los tornillos después del ajuste

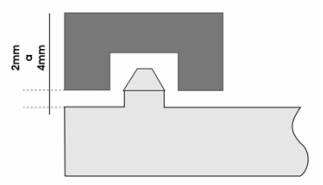


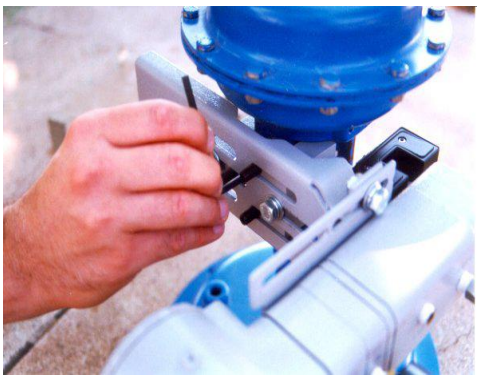
Figura 291. Montaje del posicionador paso2.[2]

Atención: Se recomienda una distancia mínima de 2 mm y máxima de 4 mm entre la cara externa del imán y la cara del posicionador. Para tal, debe ser utilizado el dispositivo de centralización (lineal o rotativa) que se encuentra en el embalaje del posicionador.

Alimente el actuador con presión equivalente a la mitad del curso. Regule entonces la altura del posicionador para que las flechas existentes en el Imán y en el posicionador coincidan (ver Figura 292).

Figura 292. Montaje del posicionador paso3.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 78. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 78. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 79. [21]

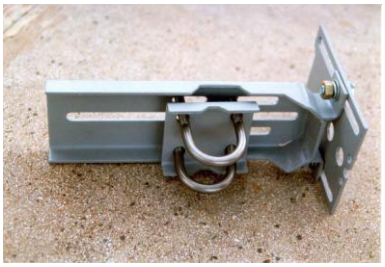


Apriete los tornillos que fijan las muelas al yugo (ver Figura 293).

Si el yugo fuera del tipo columna, apriete las tuercas de la abrazadera tipo “U”

Figura 293. Montaje final del posicionador.[1]

15.2.2 Montaje del sujetador tipo columna



Este es un soporte con abrazadera tipo “U” para montajes en válvulas con yugos tipo columna (ver Figura 294).

Figura 294. Sujetador tipo columna.[2]

Después de la sujeción realizada a través de las abrazaderas tipo “U”, realice la misma operación de las Figuras 289 a la 293.

Figura 295. Montaje del sujetador tipo columna.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 79. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 80. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 80. [21]

15.2.3 Montaje del soporte para válvulas rotativas

Estas son las partes del soporte del posicionador para válvulas rotativas.

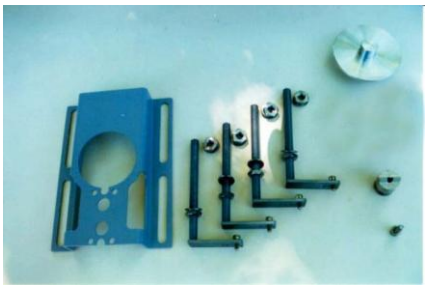


Figura 296. Soporte para válvulas rotativas.[1]

Fijar las muelas en los orificios existentes en el actuador “No los apriete totalmente” (ver Figura 297).

Nota: Los tornillos no son suministrados como soporte del imán y deben estar de acuerdo con las roscas de los orificios del actuador.

Figura 297. Montaje de soportes para válvulas rotativas.[2]

Monte el soporte del imán en la extremidad del actuador (NAMUR) (ver Figura 298).

Las puntas del eje de la válvula deben estar de acuerdo con la norma Namur.

Figura 298. Montaje de soportes para válvulas rotativas paso1.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 81. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 81. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 81. [21]

Apriete el tornillo Allen (ver Figura 299).

Figura 299. Montaje de soportes para válvulas rotativas paso2.[1]

Monte el imán con el adaptador NAMUR (ver Figura 300).

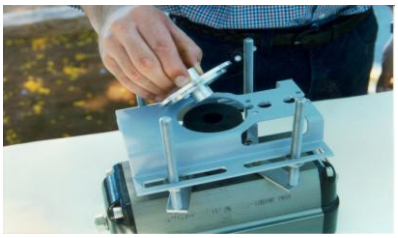
No apriete completamente los tornillos permitiendo la rotación del imán.

Figura 300. Montaje del imán con adaptador NAMUR.[2]

Encaje el soporte del posicionador a través de las barras roscadas (ver Figura 301).

Figura 301. Montaje del encaje del posicionador.[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 82. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 82. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 82. [21]



Use el dispositivo centralizador para tener el soporte centralizado con el imán (ver Figura 302).

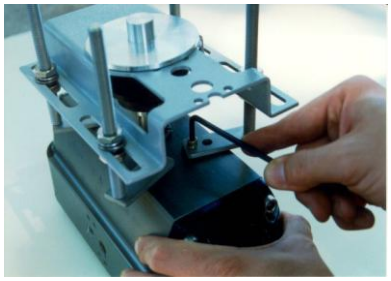
Figura 302. Uso del Centralizador.[1]

Ajuste el soporte del posicionador usando el dispositivo centralizador y las tuercas para regular la altura del soporte (ver Figura 303).

Figura 303. Montaje y ajuste del soporte.[2]

Coloque las tuercas y arandelas. “No apriete totalmente las tuercas” (ver Figura 304).

Figura 304. Ajuste con el centralizador.[3]



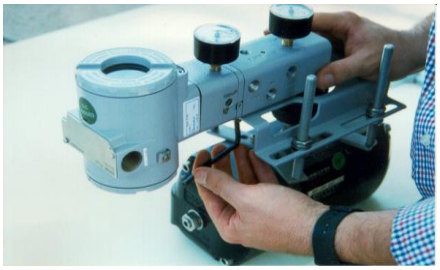
Apriete los tornillos de las muelas para sujetar al actuador (ver Figura 305).

Figura 305. Montaje del soporte parte inferior.[4]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 83. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 83. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 83. [21]
[4] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 84. [21]

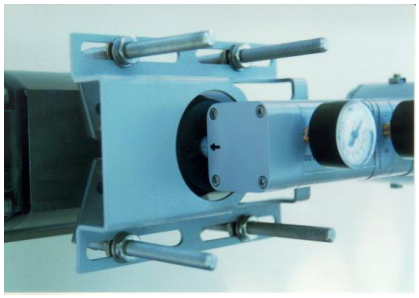
Apriete los tornillos del soporte del posicionador para fijar las muelas (ver Figura 306).

Figura 306. Fijación soporte[1].



Retire el dispositivo centralizador y apriete el posicionador en el soporte (ver Figura 307).

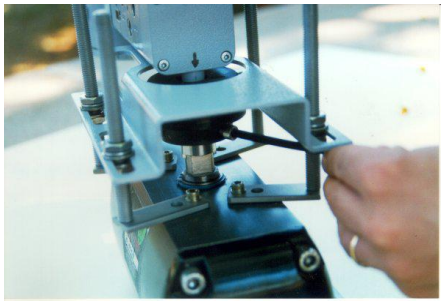
Figura 307. Montaje del posicionador.[2]



Alimente el actuador con presión equivalente a la mitad del curso y regule la posición del imán para que las flechas coincidan (ver Figura 308).

Figura 308. Montaje del posicionador "vista inferior".[3]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 84. [21]
[2] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 84. [21]
[3] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 85. [21]



Apriete los tornillos para fijar el imán en el soporte (ver Figura 309).

Figura 309. Fijación del imán.[1]

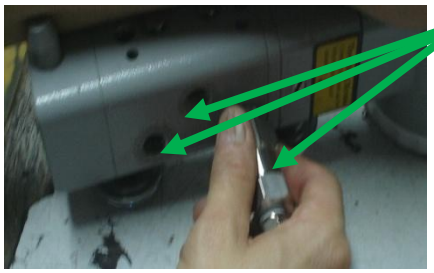
15.3 Herramientas

Las herramientas utilizadas para este tipo de posicionador son: llaves boca fija 7/8, 7/16, llave peston, destornillador, transmation, cinta Aislante, escalera o arnés si se encuentran en alturas mayores de 1.5m, cinta para señalización, andamio “Solo hasta 4 cuerpos y debe estar sujeta”, racores, calibrador de presión, un juego de llaves Allen y el kit de limpieza del posicionador.

15.4 Mantenimiento

Posicionador que requiere mantenimiento (ver Figura 310).

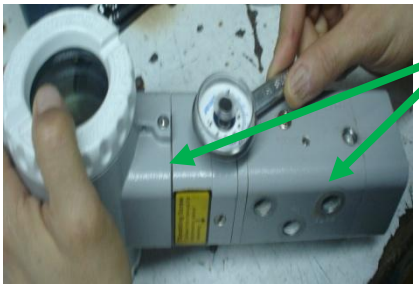
Figura 310. Posicionador que requiere mantenimiento.



Se retiran los filtros de aire en acero inoxidable (ver Figura 311).

Figura 311. Posicionador visto lateralmente.

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 85. [21]



Se retiran los manómetros (ver Figura 312).

Figura 312. Posicionador visto frontalmente.

Se retiran la tapa frontal y trasera del cabezal (ver Figura 313).

En la parte frontal queda expuesto el display (ver Figura 314).

Figura 313. Cabezal del posicionador.

Figura 314. Cabezal del posicionador visto frontalmente.

Se retiran los tornillos del display y de la placa principal (ver Figuras 315 y 316).

Figura 315. Display del posicionador.

Figura 316. Tarjeta principal.

Se hace desconexión de los conectores (ver Figura 317).

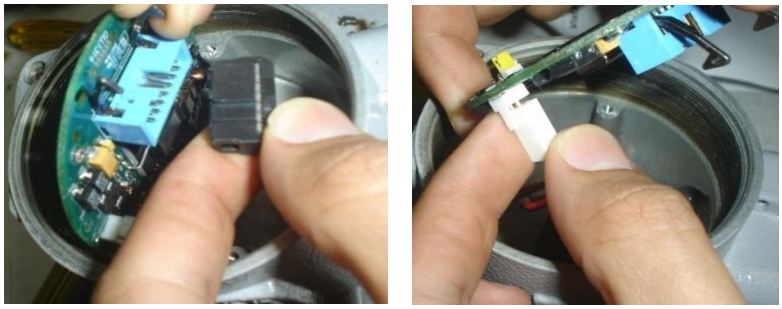


Figura 317. Interior del cabezal.

Se retira la placa del circuito principal y se retira el tornillo del ajuste de la carcasa (ver Figura 318).

Figura 318. Interior del cabezal sin placa principal.

Se levanta la protección para poder desenroscar la carcasa (ver Figura 319).

Nota: Se debe tener cuidado en el bus de conexión en el momento de retirar la carcasa

Figura 319. Cabezal "Carcasa".

Se retira los Tornillo de conexión de la tapa (ver Figura 320).

Figura 320. Parte inferior del posicionador.

Se desenrosca la tapa dejando expuesta la placa analógica (ver Figura 321).

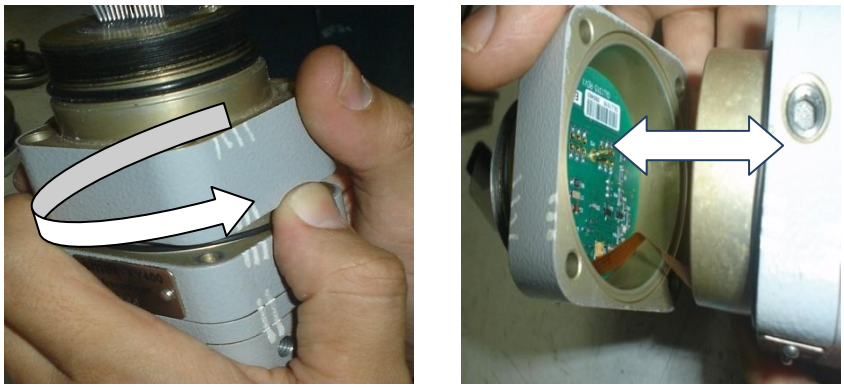


Figura 321. Cuerpo del posicionador Smar.

Se retira la placa analógica (ver Figura 322).

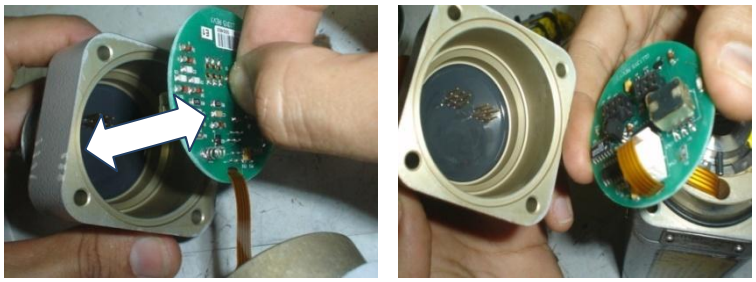


Figura 322. Placa segundaria.

Se levanta el conector para extraer el bus de conexión (ver figura 20).

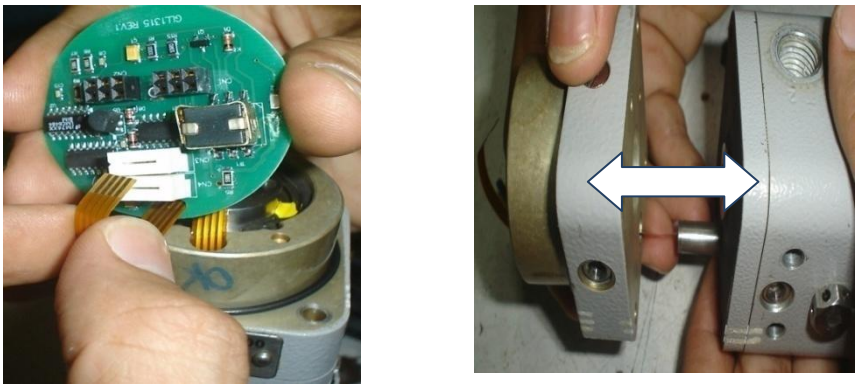


Figura 323. Desconexión de tarjeta segundaria.

Se retira el diafragma de montaje en donde queda expuesta la válvula de carrete (ver Figura 324).

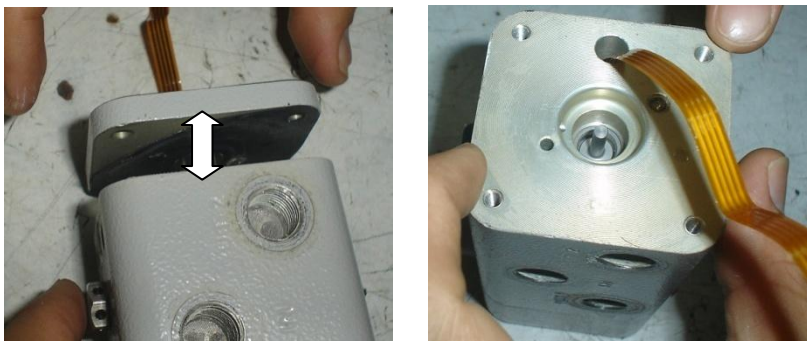


Figura 324. Exposición del diafragma.

Se retira la válvula de carrete y el resorte de la válvula de carrete (ver Figura 325).

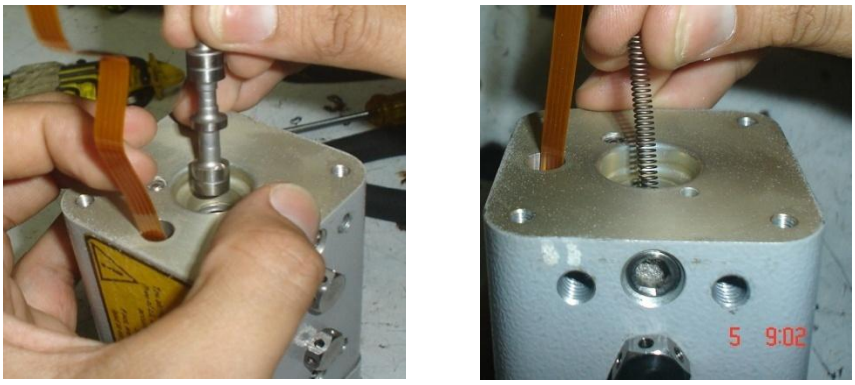


Figura 325. Carrete del posicionador.

Se retira los tapón sinterizado y los conectores de venteo (ver Figura 326).

Se retira la restricción de la base y el tapón sinterizado

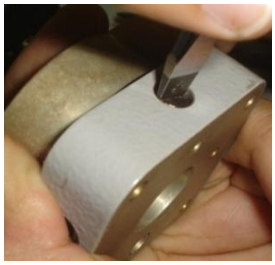


Figura 326. Cuerpo que soporta el carrete.

Se hace limpieza de la restricción y de las tarjetas electrónicas (ver Figuras 327 y 328).

Figura 327. Restricción.

Figura 328. Limpieza de la tarjeta electrónica.

Se retiran los tornillos parte inferior del posicionador que se realice limpieza interna de esta pieza (ver Figura 329).

Figura 329. Parte Inferior del posicionador.

En la Figura 330 se mostrara el desensamblaje total del posicionador Smar.

Figura 330. Posicionador totalmente desensamblado.

Ensamblaje del posicionador

Se introduce la válvula de carrete junto con el resorte para hacer conexión de los tornillos de la parte inferior del posicionador (ver Figura 331).

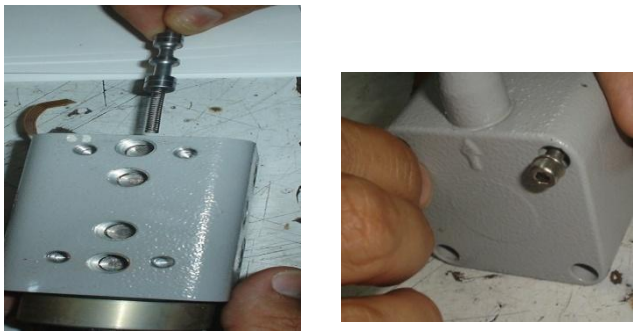


Figura 331. Cuerpo del posicionador junto con el sensor.

Se conecta el diafragma para que luego sea conectada la base (ver Figura 332).

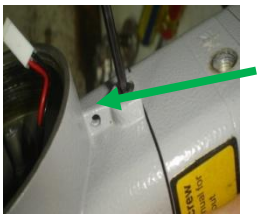
Figura 332. Ensamblaje del cuerpo del posicionador.

Se levanta el conector para que pueda ser introducido el bus de conexión (ver Figura 333).

Figura 333. Conexión de la tarjeta Electrónica.

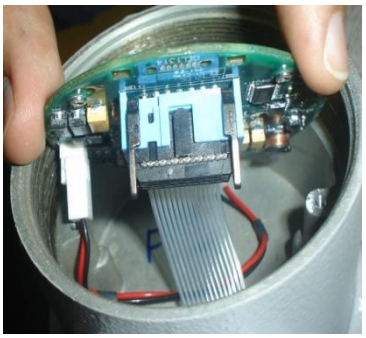
Se hace conexión de los tornillos de la base para que luego se realice la conexión de la carcasa (ver Figura 334).

Figura 334. Conexión completa del cuerpo del posicionador.



Se realiza conexión “Tornillo ajuste de la carcasa”

Figura 335. Conexión tornillo carcasa-cuerpo.



Se realiza conexión de la placa principal conectando los conectores y conexión mecánica de los tornillos de la placa (ver Figura 336).

Figura 336. Conexión placa principal.

Se realiza conexión del display del posicionador conectando los 4 tornillos para luego realizar ensamblaje del tapón sinterizado y los conectores de venteo (ver Figura 337).

Figura 337. Cabezal y cuerpo del posicionador.

Se hace conexión de los manómetros (ver Figura 338).

Figura 338. Conexión de manómetros.

Se conectan los 3 filtros de aire y se enrosca la tapa frontal (ver Figura 339).

Figura 339. Conexión de filtros de aire.

15.5 Calibración

Se hace calibración con el transmation, con el cual se le hará una prueba de 4, 8, 12, 16 y 20mA, para observar la abertura de la válvula tanto en el display como en la galleta (ver Figura 340).

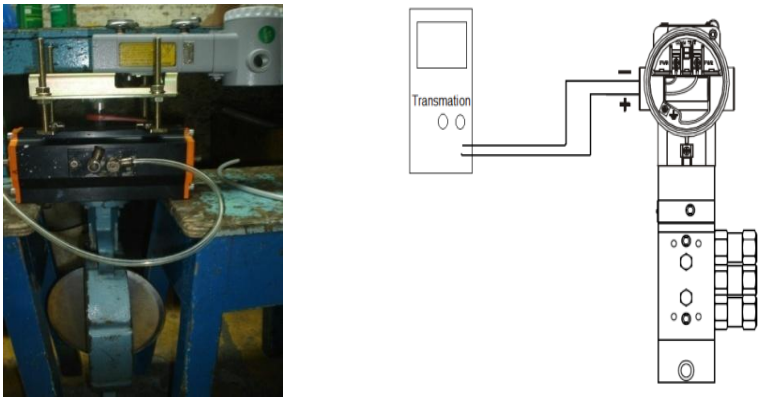


Figura 340. Montaje del posicionador en válvula rotativa.

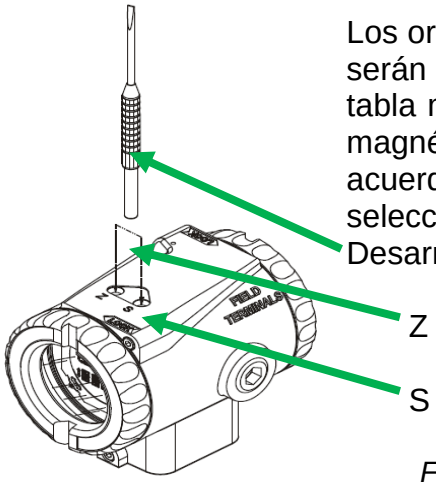
Nota: Conexión del transmation, para hacer la calibración del posicionador.
La Tabla 38 mostrará los datos tomados de la calibración realizada a la válvula.

Corriente (mA)	% Display Smar	% Apertura
4	9.4	0
8	25.1	15
12	50.1	40
16	75.2	70
20	100	90

Tabla 38. Calibración de la válvula con posicionador Smar.

Programación local

El posicionador **FY400** tiene bajo la placa de identificación, dos orificios que permite la colocación del desarmador magnético para que sea realizado el ajuste local (ver Figura 341).



Los orificios son marcados con Z (Zero) y S (Span) y serán designados por (Z) y (S), respectivamente. La tabla muestra la acción realizada por el desarmador magnético cuando sea insertado en (Z) y (S) de acuerdo con el tipo de ajuste que se desee seleccionar.

Figura 341. Cabezal del posicionador.[1]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 39. [21]

Es necesario el display digital para la visualización de la programación vía ajuste local.

Para la Protección de Escritura del posicionador (ver Figura 342).

- Jumper W1 conectado en OFF

Si el jumper W1 estuviera conectado en OFF, deshabilita la protección contra escritura.

- Jumper W1 conectado en ON

Si el jumper W1 estuviera conectado en ON, habilita la protección contra escritura.

Ajuste Local

- Jumper W2 conectado en OFF

Si el jumper W1 estuviera conectado en OFF, deshabilita el ajuste local, no es permitido actuar o alterar los parámetros del árbol de programación.

- Jumper W2 conectado en ON

Si el jumper W1 estuviera conectado en ON, habilita el ajuste local, permitiendo actuar o alterar los parámetros del árbol de programación

Figura 342. Configuración placa analógica principal.[1]

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 40. [21]

15.6 Árbol de Programación Local

El árbol de programación es estructurada con menús de las principales funciones del software (ver Figura 343).

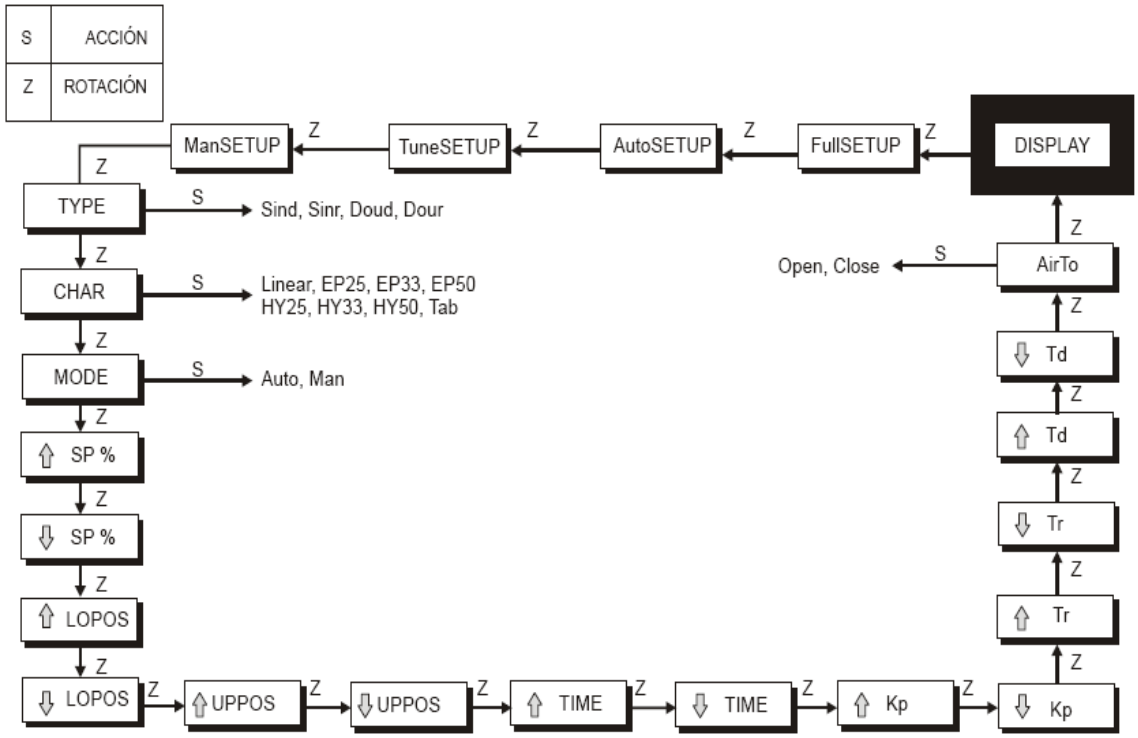


Figura 343. Árbol de programación.[1]

Parámetros Ajustables

FULL SETUP

Ejecuta el AUTO SETUP y el AUTOTUNING, para encontrar el ajuste completo de la válvula, inclusive lo parámetros PID.

AUTO SETUP

Durante este ajuste, el posicionador verificara las posiciones de 0% a 100% de la abertura de la válvula, en relación al imán y calculara la ganancia del convertidor AD para las lecturas de la posición.

AUTOTUNING

[1] SMAR, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009,* pag. 41. [21]

Permite realizar la sintonía del control PID, a través de la selección automática de los valores de KP, TR y TD.

MANUAL SETUP

Ejecuta los pasos de AUTO SETUP, pero necesita de la confirmación del usuario entre los pasos.

El usuario deberá confirmar la finalización del paso actual cuando la válvula ya no esté en movimiento. Los pasos a seguir, están descritos de la siguiente manera:

- Cierre de la válvula para verificación de la posición 0%.
- Abertura de la válvula para verificación de la posición 100%.
- Cierre de la válvula para inicio del cálculo de la ganancia del convertidor AD.
- Abertura de la válvula para finalización del cálculo de la ganancia del convertidor AD.

Nota: Es recomendado en casos en donde no es posible que se realice el AUTO SETUP debido a los ambientes muy inestables

Advertencia: No toque las partes móviles de la válvula/posicionador/actuador, ya que inesperadamente pueden moverse automáticamente.

TYPE – Tipo de válvula

A través de este parámetro, el usuario configura el tipo de válvula y/o el tipo de acción asociada a ella.
Tiene las siguientes opciones:

Sind: Simple acción y directa;
Sinr: Simple acción e inversa;
Doud: Doble Acción y directa;
Dour: Doble Acción e inversa.

CHAR – curva de Caracterización

A través de este parámetro, el usuario configura el tipo de caracterización de la válvula.

Tiene las siguientes opciones:

Linear: Lineal;
EP25; EP33; EP50: Igual porcentaje;
QO25; QO33; QO50: Hiperbólica (quick opening);
Tab: Tabla de 16 puntos (configurables).

MODE – Modo de Operación

Permite escoger el modo de operación, Al conectar el posicionador, este siempre estará en modo automático.
Tiene las siguientes opciones:

- Auto – Modo Automático

En el modo automático, la posición es ajustada de acuerdo con la señal de corriente de 4 a 20 mA en la entrada. En este modo no es permitida la ejecución local en el parámetro SP%.

- Man – Modo Manual

En el modo manual, la posición es ajustada de acuerdo con el valor del parámetro SP%, independientemente de la corriente de la entrada. Solamente en este modo es permitido el accionamiento del parámetro SP%.

SP% – Set Point

Este parámetro representa el valor deseado de la posición. En modo manual, es permitido que se accione en este parámetro remoto, independiente de la corriente de la entrada. En modo automático es calculado el valor deseado a partir del nivel de entrada de corriente.

LOPOS – Ajuste de la posición inferior

Este parámetro posibilita al usuario calibrar la posición inferior deseada, asociada con la corriente de alimentación del posicionador en el momento del ajuste. De esta forma, además de la calibración de la posición, también es realizado el ajuste Split Range Inferior.

UPPOS – Ajuste de la posición Superior

Este parámetro posibilita al usuario calibrar la posición superior deseada, asociada con la corriente de alimentación del posicionador en el momento del ajuste. De esta forma, además de la calibración de la posición, también es realizado el ajuste Split Range Superior.

TIME – Tiempo de Variación del Setpoint

Permite configurar el rango de variación del setpoint, seleccionando el tiempo deseado para abertura/cierre de la válvula. La unidad es dada en segundos.

KP – Ganancia Proporcional

Permite ajustar la ganancia proporcional del control PID digital.

Tr – Tiempo Integral

Permite ajustar el tiempo integral del control PID digital.
Td – Tiempo Derivativo

Permite ajustar el tiempo derivativo del control PID digital.

AIRTO – Aire para Abrir y Aire para Cerrar

Esta opción permite ajustar la indicación del posicionador, de forma que se muestra la posición en que la válvula se encuentra. Si el actuador trabaja con “aire para abrir” o “aire para cerrar”, el posicionador debe estar configurado para Air to OPEN y Air to CLOSE, respectivamente.

Se realiza autoajuste y se toman datos de calibración (ver Tabla 39).

Corriente (mA)	% Display Smar	% Apertura
4	0.1	0
8	25.1	25
12	50.1	50
16	75.1	75
20	100	100

Tabla 39. Calibración despues del ajuste posicionador Smar.

15.7 Verificación

Se mostrarán las curvas de calibración del posicionador Smar en las cuales están:

La curva de calibración ideal Vs Calibración sin Ajuste (ver Figura 334).
La curva de calibración ideal Vs Calibración con ajuste (ver Figura 335).

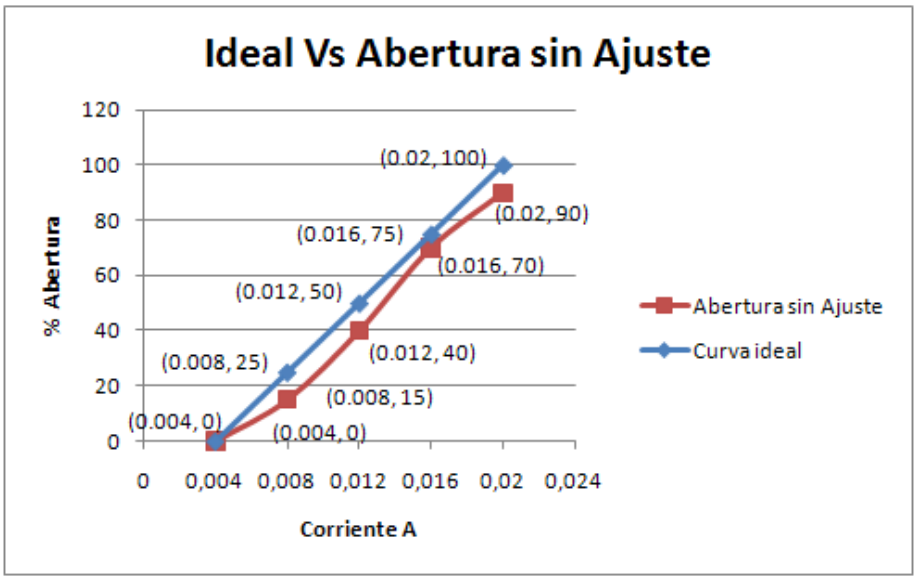


Figura 344. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste.

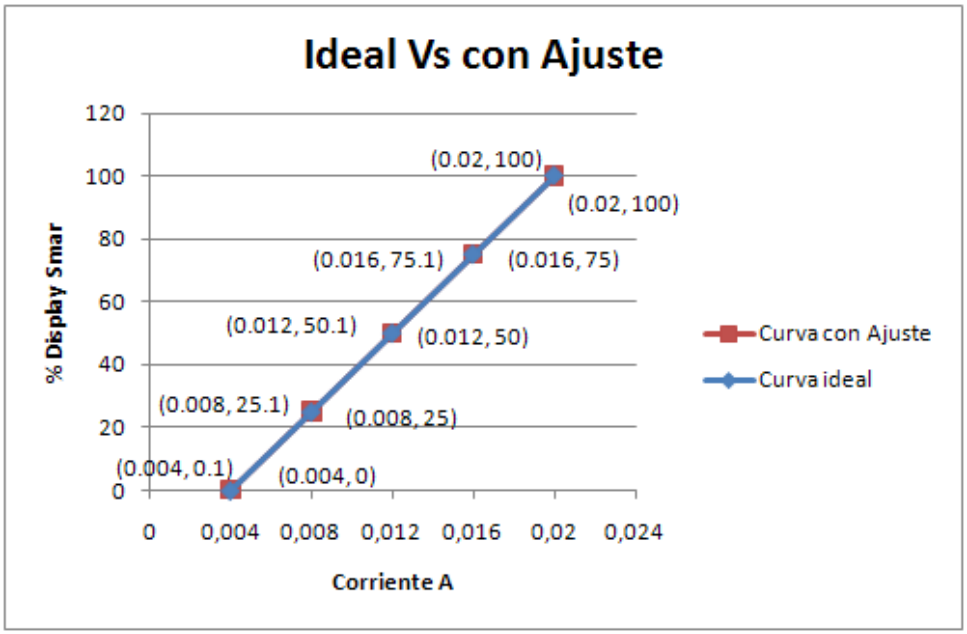


Figura 345. Curva Ideal de Calibración Vs Curva sin Ajuste.

Tiempo estimado para realizar esta labor “Solo mantenimiento”→ 5 horas

16 CONCLUSIONES

- Se ha demostrado el excelente funcionamiento de los transmisores de presión, nivel, temperatura y los elementos finales de control “válvulas”, después de realizarse el ajuste pertinente por personas calificadas; en dicho ajuste no siempre se obtienen buenos resultados, en ocasiones es necesario el cambio del sensor o permuta total del transmisor-sensor dada su tecnología.

- Dada la robustez y el gran tamaño de las válvulas, se pueden realizar canje de las partes, ya que poseen kit de reparaciones para el actuador cuerpo y posicionador. Como se pudo observar en este trabajo, hay un desgaste mecánico en los elementos internos, que pueden ser sustituidos sin evidenciar ninguna dificultad o disminución de la actividad eficaz de las mismas, contrario a los transmisores electrónicos que por su tecnología es imposible realizar cambio en los elementos internos, dejando como resultado pérdida total del elemento o del transmisor.

- La exigencia de algunos procesos en cuanto a la medición o control proveen la necesidad de una gran cantidad de elementos actuadores o medidores, que por condiciones especificas son solicitados. También, se presentan procesos en los cuales es forzoso el sello total de las válvulas. Por lo cual, se debe tener en cuenta su clase ya que permite verificar la estanqueidad, no sólo tener presente el cierre, sino también la pérdida de presión que ocasionan algunas, lo que conlleva a un análisis muy específico en cuanto a la válvula a utilizar.

- En algunos de los transmisores de temperatura de baja tecnología, el ajuste es de muy baja calidad, ya que este depende solo de un offset que el transmisor hace a la señal adquirida del sensor, aunque dicha tecnología aun es utilizada en las empresas azucareras. Este ajuste se realiza únicamente en la temperatura de trabajo de los transmisores, dependiendo del uso y la precisión en proceso.

- Además, puede decirse que a través de la realización de este proyecto, pudo identificarse que algunos de los elementos de medición de última tecnología tienen menor duración y eficacia que los antiguos transmisores. Ya que estos por su robustez, tienen una mayor resistencia que los nuevos elementos.

17 BIBLIOGRAFÍA

[1] **JIMÉNEZ, Jaime Acuña,** *la estandarización de las actividades de mantenimiento*, *febrero 2010,* http://stmeu.wordpress.com/2009/05/28/la-estandarizacion-de-las-actividades-de-mantenimiento/, consultada 20 de Febrero 2010.

[2] **FORNARO, Oscar; MARGROT, Micaela Cascrza; PINCETI, Paolo;** *Diagnostics for Measure Transmitters,* Technology Conference, University of Genova, Italy, 18-20 May 2004.

[3] **SUPRASAD, V. Amari; Leland, McLaughlin;** *Optimal Design of a Condition-Based Maintenance Model,* 0-7803-8215-3/04/$17.00 © 2004 IEEE, RAMS 2004.

[4] **THE INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS**, *intelligent valves & actuators*. Printed and published by the IEE. Savoy Place, London WCPR OBL, UK 2 DECEMBER 1994.

[5] ***AUBREY, F, Zey,*** *Networking digital transmitters,* Nova Tech, Inc. 1351 0 South Oak Street, Kansas City, MO 64145 USA, CH2862-1/90/0000-0053 $1 .OO @ 1990 IEEE.

[6] **CREUS SOLÉ, Antonio**, *Instrumentación Industrial*, 6ª Edición, 1997.

[7] **AVENDAÑO, Luis Enrique M. Sc**, *Fundamentos de instrumentación,* Pereira; Universidad Tecnologica de Pereira.

[8] **CAROLI, Enrique José,** *Válvulas: Instrumentación y Control*, *enero 2010.* http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml, consultada 15 de enero 2010.

[9] **SANCHEZ, M Armando**, *Instrumentación Básica de procesos industriales,* ISA, enero 2010 http://www.scribd.com/doc/6851050/Curso-ISA-Presentation-Instrumentacion-Basica, Consultada enero 2010.

[10] **ENDRES + HAUSER**, *Pressure Transmitter, Operating Instructions Cerabar M PMC 41, PMC 45, PMP 41, PMP 45, PMP46,* 2007/8.

[11] **FOXBORO**, *I/A Series Pressure Transmitters, IDP10 Differential Pressure with 4 to 20 mA Output Signal, Installation, Operation, Calibration, Configuration, and Maintenance,* MI IDP10-A, October 2007.

[12] **FOXBORO**, *I/A Series Premium Performance Transmitters Model IDP50 for Differential and Gauge Pressure Measurement w/FoxCom, Hart, or Foundation Field bus Communications, Pss 2A-1C14L, 2007*.

[13] **FOXBORO**, Pressure Seals for Use with *I/A Series Pressure Transmitters, Pss 2A-1Z11A, 2001/3*.

[14] **FOXBORO**, Pressure Seals For Use With *I/A Series Pressure Transmitters, MI 020-369, March 2007*.

[15] **FOXBORO**, *I/A Series Pressure Transmitters Models IAP10, IAP20, IGP10, IGP20, IGP25 and IGP50, IDP10, IDP25, IDP50, MI 020-359*, March 2007.

[16] **FOXBORO**, *I/A Series Pressure Transmitters IDP10 Differential Pressure with FoxCom Communication, MI IDP10-D, October 2007*.

[17] **ROSEMOUNT**, Transmisor de radar de onda guiada para medición de nivel e interfases*, Serie 3300 de Rosemount, 00809-0109-4811, Rev CA Octubre de 2006.*

[18] **ROSEMOUNT,** Rosemount 5400 *Series, Two-Wire Radar Level Transmitter, 00809-0100-4026, Rev DA Marzo de 2006.*

[19] **ROSEMOUNT**, Modelo 248 de Rosemount*, Transmisor y conjunto de monitorización de temperatura modelo 248 de Rosemount, 00825-0109-4825, Rev CA Febrero de 2006.*

[20] **ROSEMOUNT**, Modelo 248 de Rosemount*, Rosemount 248 Temperature Monitoring Assembly, 00813-0100-4825, Rev CA Catalog 2006.*

[21] **SIEMENS**, Transmisor de temperatura Sitrans TH200/TH300*, A5E00393071-01, Edición de 06/2006.*

[21] **SMAR**, Posicionador inteligente de válvulas FY400, *Manual de instrucciones, operación y mantenimiento, Versión 1 de Abril del 2009.*